موسوعة علم و تقنية الغذاء

Encyclopaedia of Food Science and Technology

المحرر
دكتور / حسين عثمان

موسوعة
علم وتقنية الغذاء

Encyclopaedia of Food Science and Technology

المجلد الرابع

من حرف ك إلى حرف ى

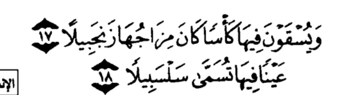
المحرر

دكتور / حسين عثمان



لَهُۥ مَقَالِيدُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضِ ۖ يَبْسُطُ ٱلرِّزْقَ لِمَن يَشَآءُ
وَيَقْدِرُ ۚ إِنَّهُۥ بِكُلِّ شَىْءٍ عَلِيمٌ ﴿١٢﴾

الشورى



الإنسان

إِنَّآ أَعْطَيْنَٰكَ ٱلْكَوْثَرَ ﴿١﴾ فَصَلِّ لِرَبِّكَ وَٱنْحَرْ ﴿٢﴾
إِنَّ شَانِئَكَ هُوَ ٱلْأَبْتَرُ ﴿٣﴾

الكوثر



كاتمفى

katemfe/meraculous fruit

الإسم العلمى *Thaumatococcus daniellii*

أنظر: محليات

كاروتين carotene

أنظر: كاروتينويدات

كاروتينويدات carotenoides

تم عـزل ٥٦٣ كـاروتينويد وعرفـت ومنـها مـافى الطحلب والبكتيريا والفطر والغذاء. وكاروتينويدات الغــذاء هــى ك. ربــاعى ترپينويــدات tetraterpenoids تتكون من ثمانٍ وحدات مشابه البرينويد isoprenoid متصلة بحيث أن الترتيب ينعكس فى الوسط فمجموعتا الميثيل الوسطتيان تفصلان بواسطة ست ذرات كربون وبعضها بخمس (الصورة ١).

والخاصية المميزة للكاروتينويدات المسئولة عن خواصها الخاصة ووظائفها هى متتابعة من الروابط المزدوجة المتقارنــة conjugated double bonds فالهيكل الأساسى قد يُحَوَّرْ بأشكال مختلفة مثـل التدويـر cyclization والهدرجـة وإزالــة الأيدروجــين dehydrogenation وإدخــال الأكسجين فى أشكال مختلفة وتقصير السلسلة مما ينتج عنه عدد كبير من التركيبات.

وهذه المركبات يرمز إليها بأسماء عادية وتسمية شبه تقسيمية تبعاً للهيكل وضعت بواسطة لجنة التسمية الكيموحيويــة والجــزئ أعتــبر مــن نصفــين والكــاروتينويد سمــى كمشــتق للكــاروتين الأب. والحـروف اليونانيـة تصف المجموعـات النهائيـة، والسوابق/الصدور prefixes والكواسح/اللواحـق suffixes التقليدية تبين تغيراً فى الهدرجة ووجود مجموعات مستبدلة substituent. والأسمـاء شبه التقسيمية تعطى بين قوسين فى الصور وتلك الخاصة بالكاروتينويدات الأخرى تعطى بالأسماء العامة عند ذكرها أول الأمر. وبعد ذلك تستخدم لفظ الأسماء العامة المعروفة جيداً.

والكاروتينويدات الأيدروكربونية (مثل β-كاروتين والليكوبــين) تُعْـرَفْ ككاروتينــات والمشــتقات المؤكسـجنة oxygenated تسـمى زانثوفيــلات xanthophylls. ووظائف الأكسجين التى تقابل أكثر من غيرها هى الأيدروكسيل (كما فى β-كريبتوزانثين β-cryptoxanthin ، و أوكســو (كما فى ايكينينون echinenone)، والإيبوكسى (كما فى فيولازانثين violaxanthin)، والألدهايد (كما فى β-سيترورين β-citraurin). والكاروتينويدات قد تكون غير حلقية acyclic (مثل ζ-كاروتين والليكوبين) أو أحادية الحلقة (مثل γ-كاروتين) أو ثنائية الحلقة (تقل α ، β-كاروتين). والتدوير يحدد بتكوين حلقة من ستة أعضاء (أحياناً خمسة) عند نهاية الجزىء أو عند نهايتيه.

وفى الطبيعة توجد الكاروتينويدات أساساً فى صورة الترانس الثابتة ولكن مشابهات السيس توجد أيضاً. وأول مركب ك. فى طريق التخليق الحيوى كان له ١٥ سيس. كما حُضِرَت مشابهات سيس أخرى. ومشابهات عديد السيس الطبيعية عزلت أيضاً مثل بروليكوبين prolycopene (Z٧، Z٩، Z'٧، Z'٩-ليكوبين) من طماطم التنجرين.

ليكوبين (ψ ، ψ-كاروتين)

ζ-كاروتين (٧، ٨، ٧/، ٨/-رباعي ايدرو ψ ، ψ-كاروتين)

γ-كاروتين (β ، ψ-كاروتين)

β-كاروتين (β، β-كاروتين)

α-كاروتين [(٦/ ر) β ، ε-كاروتين]

صورة (١): تركيبات الكاروتينويدات الغذائية من مصادر نباتية.

أيد

β-كريبتوزانثين [(٣ ر) β ، β-كاروتين-٣ أول]
caroten

يدأ

أيد

زيازانثين (٣ ر ، ٣/ ر/)-β، β-كاروتين-٣، ٣/ ثنائى أول)

يدأ

أيد

ليبوتيين [(٣ ر ، ٣/ ر ، ٦/ ر) β ، ε-كاروتين-٣، ٣/ ثنائى أول]

يدأ

أيد

فيولازانثين [(٣س، ٥ر، ٦س، ٣/س، ٥/ر، ٦/س)-٥، ٦، ٥/، ٦/-ثنائى ايبوكسى-٥، ٦، ٥/، ٦/-
رباعى ايدرو-β، β-كاروتين-٣-٣/ ثنائى أول]

تابع: صورة (١)

نيوزانثين [(٣س، ٥ر، ٦ر، ٣/س، ٥/ر، ٦/س)-٥/، ٦/-ايبوكسي-٦، ٧-
ثنائي ديهيدرو-٥، ٦، ٥/، ٦/-رباعي أيدرو-β، β-كاروتين-٣، ٣،٥/ ثلاثي أول]

β-سيترورين [(٣ ر)-٣-أيدروكسي-٨/-أبو-β-كاروتين-٨/ أل]
caroten

تابع: صورة (١)

والإسم كاروتين يعني هيئة ترانس في كل الروابط المزدوجة والشكل سيس يُبَيَّن بذكر الرابطة المزدوجة والتي لها هذه الهيئة إما كسيس أو (Z).

وبالرغم من أنها محفية بالكلوروفيل فإن الكاروتينويدات توجد في كل مكان من حبيبات اليخضور chloroplasts في الأنسجة الخضراء. وأوراق كل الأنواع التي درست بيت وجود معظم الكاروتينويدات الهامة: β-كاروتين وليوتيين وفيولازانثين violaxanthin ونيوزانثين neoxanthin. كما وجدت كميات صغيرة من α-كاروتين و α-[(٣ر، ٦/ر)-β، ε-كاروتين-٣-أول] و β-كربتوزانثين وزيازانثين، وأنثيرازانثين antheraxanthin [(٣س، ٥ر، ٦س، ٣/ر)-٥، ٦-أيبوكسي-٥، ٦-ثنائي ايدرو-β، β-كاروتين-٣، ٣ ثنائي أول] وليوتيين-٥، ٦-

أيبوكسايد [(٣س-٥ر، ٦س، ٣/ر، ٦/ر)-٥، ٦-أيبوكسي-٥، ٦ ثنائي ايدرو-β، ٤-كاروتين-٣، ٣/ ثنائي أول]. والزانثوفيلات غير مؤسترة والنسب النسبية للمركبات (الفردية) ثابتة تقريباً ولكن التركيزات المطلقة تتغير كثيراً.

وكاروتينويدات الفاكهة توجد عادة في حبيبات اللون chromoplasts والأيدروكسي كاروتينويدات مؤسترة غالباً مع الأحماض الدهنية. والتكوين يختلف بشدة من فاكهة إلى أخرى ولكن هناك ثمانية نماذج رئيسية: ١- مستويات غير جوهرية من الكاروتينويدات. ٢- كميات صغيرة عامة من كاروتينويدات الحبيبات الخضراء (مثل العنب). ٣- كميات كبيرة من الليكوبين (مثل الطماطم والبطيخ والجوافة الحمراء والبابايا papaya. ٤- سيادة الـ β-كاروتين و/أو الكريبتوزانثين (مثل المانجو والخوخ وزعرور البستان) ٥- كميات كبيرة من الأيبوكسيدات (مثل الرشدية/كرمبولة carambola). ٦- تغلب كاروتينويدات خاصة بالنوع (مثل الفلفل الأحمر). ٧- كميات كبيرة من عديد -سيس- كاروتينويدات (مثل تنجرين الطماطم). ٨- مستويات جوهرية من مولدات الكاروتينويدات (كاروتينويدات مع هيكل كربوني مختصر/مقصر) (مثل أنواع من الموالح). وكثير من الإختلاط من هذه النماذج يوجد أيضاً.

وفي قليل من الجذور الكاروتينية (مثل الجزر والبطاطا) فإن الكاروتينات تكثر وفي الذرة (البذرة) يسود الزانثوفيلات.

ولما كانت النباتات تستطيع تخليق الكاروتينويدات من جديد *de novo* فإن تكوينها يُغنَى بوجود كميات صغيرة أو آثار من مولدات تخليق حيوى مع مشتقات من المكونات الرئيسية (الجدول ١).

والإختلاف في التكوين يحدث كتابع لإختلافات الصنف والظروف الجوية والإختلافات الزراعية وطور النضج والمناولة أثناء الحصاد وبعد الحصاد والظروف أثناء التخزين والنقل.

والكاروتينويدات ليست منتشرة في الأغذية الحيوانية والمحتوى الكلى أقل. وفي الحيوانات تمتص الكاروتينويدات المتناولة بالإنتقاء أو بدونه. وتحول إلى فيتامين أ وتودع كما هي أو تتغير قليلاً قبل التخزين في النسيج لتكون كاروتينويدات ممثلة لنوع الحيوان (الصورة ٢). والاستازانثين هو الكاروتينويد الرئيسي في معظم القشريات إما حراً أو مؤسترا ككاروتينوبروتينات (معقدات فيها جزيئات الكاروتينويدات ترتبط ببروتينات في نسب ستويكيومترية). وتوجد الـ β-كاروتين والأيكينينون echinenone والكانتازانثين وعندما توجد في السمك فهي توجد في الجلد واللحم. وتسود الزانثوفيلات على الكاروتينات فالاستازانثين أكثر وجوداً يليه الليوتيين (يسود في سمك المياه العذبة) والتونازانثين (٤، ٤-كاروتين-٣، ٣/-ثنائي الأول) يميز الأسماك البحرية. والطيور تجمع زانثوفيلات تعطي اللون للبيض والجلد والدهن ويتأثر اللون بالـ β-كاروتين في الغذاء.

جدول (١): توزيع الكاروتينويدات فى بعض الأغذية.

الغذاء	محتوى الكاروتينويد (ميكروجرام/جم غذاء طازج)	الكاروتينويد الرئيسي	الكاروتينويدات الأخرى
الجزر	١٤ - ١٢٢	β-كاروتين α-كاروتين	ζ-كاروتين، γ-كاروتين، δ-كاروتين، ليكوبين، ليوتين، نيوروسبورين، β-ذياكاروتين.
صفار البيض	~١٦	ليوتيين زيازانثين	مشابه الليوتيين، β-كريبتوزانثين، β-كاروتين، α-كاروتين، نيوزانثين، ζ-كاروتين.
الجوافة (لحم أحمر)	٥٧ - ٧٠	ليكوبين	β-كاروتين، ζ-كاروتين، γ-كاروتين، زينوزانثين، ٥،٦،/٥،٦/'-ثنائى ايبوكسى-β-كاروتين، ٥،٨-فيورانويد ثلاثى أول غير محدد.
زعرور بستانى/ البابانظ	١٦ - ٢٧	β-كريبتوزانثين β-كاروتين	γ-كاروتين، ليوتيين، فيولازانثين، نيوزانثين، ٥،٦-أحادى ايبوكسى β-كريبتوزانثين، فيتوفلوين، ميوتاتوكروم، ζ-كاروتين، ليونيوزانثين.
المانجو	١٣ - ١٥٤	β-كاروتين	فيولازانثين، ليونيوزانثين، ميوتاتوزانثين، α-كريبتوزانثين، ميوتاتوكروم، ζ-كاروتين، أوروزانثين، فيتواين، فيتوفلوين، انثيرازانثين.
اللبن	٥ - ١٠	β-كاروتين	α-كاروتين، γ-كاروتين، β-كريبتوزانثين، ليكوبين، ليوتيين، زيازانثين.
الطماطم	٩٠ - ١٩٠	ليكوبين	فيتواين، فيتوفلوين، β-كاروتين، ζ-كاروتين، γ-كاروتين، فيوروسبورين.

الخواص الفيزيقية واللون

physical & color properties

يشكل النظام ذو الروابط المزدوجة المتقارنة الشامل حامل اللون الماص للضوء والذى يعطى الكاروتينويدات ألوانها الجذابة ويُزود الطيف الإمتصاص المرئى الذى يخدم كأساس لتعيينها وتقديرها كمياً. فإذا أخذنا الكاروتينويدات المتاحة فى الأيثير البترولى فإن الليكوبين هو الكاروتينويد غير الحلقى غير المشبع وبه ١١ رابطة مزدوجة متقارنة. وهو أحمر ويمتص عند الموجة λ_{max} ٤٤٦، ٤٧٢، ٥٠٥ نانومتر. ولابد من وجود سبع روابط مزدوجة متقارنة لكاروتينويد ليكون له لون محسوس. فالـ ζ-كاروتين لونه أصفر خفيف ويمتص عند ٣٧٨، ٤٠٠، ٤٢٥ نانومتر.

وشدة وخضب hues الأغذية النباتية تتوقف على أى الكاروتينويدات موجودة وتركيزها ووجودها فى البلاستيدات. وفى الحيوانات فإن تعقد الكاروتينويدات مع البروتينات يمكن أن يمد الألوان إلى الأخضر أو الأرجوانى أو الأزرق أو الأسود فمثلاً لون الكركند كاراباسى

lobster carapaco الأزرق كرستاسيانين crustacyanin وهو بروتين كاروتيني. ومعقد استازانثين يمسخ بالتسخين مثلاً البروتين ويطلق الاستازانثين ويتكون لون أحمر فاقع.

والكاروتينويدات قابلة للذوبان في الدهن وتذوب في مذيباته مثل الأسيتون والكحول والإيثير الإيثيلي والهكسان. والزانثوفيلات أكثر قطبية ولكنها لاتذوب في الماء وتذوب أسهل في الميثانول والأيثانول. وهي توجد في النباتات والحيوانات في محاليل في أنسجة الدهن أو في مشتتات غروية في وسط دهني أو متحدة مع البروتين في وسط مائي.

أ
يدا
أيد
أ

استازانثين (٣، ٣/ ثنائي ايدروكسي، β، β-كاروتين٤، ٤/ ثنائي أون)

أ
أ

كانتازانثين (β، β-كاروتين-٤، ٤/ ثنائي أون)

أ

أكينينون (β، β-كاروتين-٤-أون)
caroten

صورة (٢): بعض الكاروتينويدات في الأغذية من أصل حيواني. الاستازانثين يوجد كمخلوط من أشكال (٣س، ٣/س)، (٣ر، ٣/ر) و(٣ر، ٣/س)

الخواص الكيماوية chemical properties
جزيء الكاروتينويد غير المشبع عرضة للتشابه والأكسدة. فالمعاملة الحرارية والضوء والأحماض تشجع تشابه ترانس-سيس. أما الضوء فينشط التكسر التأكسدي وكذلك الإنزيمات والمعادن والتأكسد المقارن مع أيدروبيروكسيدات الدهون. ج- كاروتين والليوتيين والفيولازانثين أكثر عدم إستقرار. وفي الـ β-كاروتين فإن الرابطة المردوجة الطرفية تتأثر مكونة ٥، ٦ - أحادي ومعه ٥، ٦، ٥/، ٦/ ثنائي الأيبوكسيد وكلاهما يحدث له تحول مساعد بالحمض إلى ٥، ٨ - أحادي ومعه ٥، ٨، ٥/، ٨/ ثنائي الأيبوكسيد. والتكسر اللاحق يعطي سلسلة من مركبات منخفضة الوزن الجزيئي مشابهة لتلك التي يتحصل عليها من أكسدة الأحماض الدهنية. وهناك إعتقاد بأن الكاروتينويدات تعمل مباشرة كمضادات أكسدة فهي تستطيع إطفاء ظمأ الترابط للأكسجين المفرد singlet oxygen / بكهيرب مشترك وتتفاعل مع الشقوق التي تكونها الإنزيمات أو التي تتكون كيماويا. وخواص إطفاء الظمأ تبدو على أقصاها مع الكاروتينويدات المحتوية على تسع روابط مزدوجة أو أكثر وينهدم جزيء الكاروتينويد وعند ضغوط أكسجين مرتفعة فهي تعمل كمشجات للأكسدة pro-oxidants.
أما الزانثوفيلات فيحدث لها تفاعلات مجاميع خاصة يمكن إستخدامها كإختبارات كيماوية بسيطة في تحديد التركيب. فمثلا مجاميع الأيدروكسيل يحدث لها أستلة acetylated بواسطة أندريد الخليك في البيريدين. وأيدروكسيلات الألايل المعزولة أو الأليلي allylic hydroxyls allylic لحامل اللون يحدث له ممثلة methylated مع الميثانول المحمض. وفي كلا التفاعلين فإن إستجابة موجبة تظهر بزيادة قيم الـ R_F لكروماتوجرافيا الطبقة الرفيعة، ومداه يتوقف على عدد مشتقات الأيدروكسيل. ومجموعات الأيبوكسي في مواقع ٥، ٦ أو ٥، ٦، ٥/، ٦/ يمكن تحديدها بسهولة بتحويلها إلى مشتقات الفيورانويد furanoid derivatives. والأكسوكاروتينويدات يحدث لها إختزال بعوامل إختزال لث لويد، $LiAlH_4$ أو ص ب يد، $NaBH_4$ بحيث يظهر طيف له ثلاث قمم للأيدروكسي كاروتينويدات الناتجة. ومجموعات الألايل الأيدروكسيلية allylic hydroxyl groups تؤكسد إلى الكيتونات المقابلة بواسطة p-كلورانيل p-chloranil. والمعاملة بالكلوروفورم المحمض ينتج عنه إزالة مجموعات الألايل الأيدروكسيلية allylic hydroxyl كماء، ممدا حامل الألوان وبذا يحدث إنتقال للإستشعاع إلى منطقة الطيف الأحمر bathochromic shift.

إستخدام الكاروتينويدات كملونات للأغذية
إستخدم الأناتو والبابريكا وزيت النخيل ومستخلصات الطماطم والزعفران في تلوين الأغذية منذ زمن. والأناتو سلسلة من المواد الحمراء مبنية على مستخلصات *Bixa orellana* حيث تركز الصبغات في قشرة البذرة الرفيعة. والبيكسين (الصورة ٣) هو المكون الرئيسي للتركيبات القابلة للذوبان في الدهون وناتج تصبنها - نوربيكسين - هو المادة الملونة الرئيسية

فـى المنتجـات القابلـة للذوبـان فـى المـاء. والأوليوراتنـج oleoresin مـن البابريكـا هـو المسـتخلص الزيتـى لـ *Capsicum annum* والذى يعطى الأغذية ألواناً من صفراء وردية إلى قرمزية حمراء وأهم الصبغات هى الكاسانثين والكابسوروبين capsanthin & capsorubin.

ك أ أ يد

يد٣ ك أ أ ك

بيكسين [مثيل ايدروجين (٩/ Z) ٦، ٦/ ثنائى ابو كاروتين-٦، ٦/-ثنائى أوات]

أيد

يدأ

كابسازانثين [(٣ر، ٣/س، ٥/ر)-٣، ٣/-ثنائى ايدروكسى-β، K-كاروتين-٦/ وان]
caroten

يدأ

كابسوروبين [(٣س، ٥ر، ٣/س، ٥/ر)-٣، ٣/-ثنائى ايدروكسى-K،K-كاروتين-٦، ٦/ ثنائى وان]

يد أ أ ك

ك أ أ يد

كروسيتين (حمض ٨، ٨/-ثنائى ابوكاروتين-٨، ٨/-ثنائى حمض أويك)

صورة (٣): الكاروتينويدات الرئيسية فى المستخلصات الطبيعية المستخدمة كملونات أغذية.

والزعفران يتكون من الميسم المحفف للـ Croccus sativus ويستخدم كتابل وعامل تلوين أصفر وهو يحتوى أساساً كروسين crocin وهذا ثنائي جنشيوبيوسايد digentiobioside للكروسيتين. أما الليوتيين الموجود في بتلات الآذريون/القطيفة marigold فيستخدم في علف الدواجن وتستخدم أيضاً الطحالب الغنية في الـ β-كاروتين كمصدر للكاروتينويدات.

ويستخدم الـ β-كاروتين المحضر صناعياً وقد حضر أيضاً β-أبو- ٨'-كاروتينال وحصر أيضاً الاستر الإيثيلي لـ β-أبو-٨' حمض الكاروتينويك وكذلك الكانثازانثين والسيترانارانثين وكذلك (٣رس، ٣ رس) استارانثين كمضافات للعلف.

والكاروتينويدات المتبلرة تعاني من عدم الثبات وعدم الذوبان في الماء وذوبانها محدود في الزيوت والدهون. وتحضر معلقات زيتية لتلوين الأغذية الدهنية. وتستخدم للأغذية المائية مستحلبات أو تحضيرات عروية. وميزات الكاروتينويدات أنها طبيعية ولها قوة تلوين ولاتتأثر بالظروف المختزلة وليست متآكلة وثابتة على مدى من جهد في معظم الأغذية. وفي بعضها تعمل كمولدات للفيتامين وعيوبها: حدود لون محدودة وغالية عن صبغات الآزو azo dyes وحساسيتها للتكسر التأكسدى.

الثبات أثناء المعاملة والتخزين

الكاروتيبويدات الموجودة طبيعياً أو المضافة معرضة للتشابه والأكسدة أثناء معاملة الأغذية والتخزين مما يتبعه فقد اللون والنشاط البيولوجي مع تكوين مركبات طيارة تعطى عبيراً مرغوباً أو غير مرغوب لبعض الأغذية. والأكسدة وهي أهم سبب للتكسير تتوقف على كمية الأكسجين والكاروتينويدات الموجودة وحالتها الفيزيقية ونشاط الماء ووجود مضادات الأكسدة (مثل التوكوفيرولات وحمض الأسكوربيك) والتعرض للضوء ووجود المعادن والإنزيمات والبيروكسيدات وقسوة للمعاملة (أى تكسير التركيب الكائن الذى يحمي الكاروتينويدات وزيادة مساحة السطح وطول ودرجة حرارة المعاملة الحرارية) ومواد التعبئة وظروف التخزين.

والسلق والمعاملة في المعقم والتجميد ليس لها تأثير على الكاروتينويدات ويقلل محتوى الأكسجين بالتعبئة الساخنة أو التعبئة تحت فراغ وكسح الأكسجين بواسطة حمض الأسكوربيك. والحرارة تحدث تشابهاً في ترانس كاروتينويدات إلى شكل السيس. والثبات في مساحيق الفواكه والخضروات ومجففاتها فقير إلا إذا أحسن معاملتها ووضعت في أوعية محكمة القفل وفي جو خامل للتخزين. وتهدم نسبة كبيرة من الكاروتينويدات من الحبوب والبذور أو تكسر بالطحن والمعاملة. والزيت الحام مثل زيت النخيل قد يحتوى مستويات جوهرية من الكاروتينويدات ولكنها تنحط بالتكرير.

الفسيولوجي physiology

هناك إختلافات كبيرة بين الأنواع في كفاءة إمتصاص وأيض الكاروتيبويدات. والإنسان يبدو أنه غريباً في إمتصاص ونقل وتخريس كلاً من الكاروتين والزانثوفيل بكفاءة ولو أن الفأر

والكتكوت قد إستخدما كنماذج لأيض الإنسان للكاروتينويدات إلا أن ابن مقرض ferret يعتبر أحسن نموذج وبعض الأسماك والطيور تمتص الزانثوفيلات جيداً.

وإمتصاص الأمعاء للكاروتينويدات يتطلب وجود أحماض الصفراء كما في إمتصاص الدهون الأخرى والإنسان المصاب بإنسداد صفراوي biliary artesia تنخفض مستويات الكاروتينويدات في كبده. ووجود دهون غذائية أخرى يشجع كلا من تكون تجمعات غروية/مُذَيَّلَة معوية وإمتصاص الكاروتينويدات. وال β-كاروتين في الأنسجة النباتية أقل إتاحة حيوياً عن ال β-كاروتين في محلول زيت. والعمليات التي تؤدي إلى تكسر الشبكة البيولوجية (الطحن والطبخ الخفيف) يحسن من إمتصاص الكاروتينويدات.

وتقدير مدى إمتصاص الكاروتينويدات الغذائية صعب نظراً لوجودها في كل مكان في الغذاء ولحركيات إمتصاصها البطيئة ولأيض الكاروتينويدات الجزئي وللإختلاف الكبير في مدى إمتصاص وأيض الكاروتينويدات المختلفة. ولكن بإستخدام بديل كاروتينويدي غير مؤيض فقد وجد أن ٤٠٪ من الجرعة المتوسطة عن طريق الفم (١٠٠ ميكروجزيء) ظهرت في الدم الدائر حوالي ١٦ ساعة بعد تناولها. وعلى ذلك فإمتصاص الكاروتينويدات الغذائية كفء في الإنسان العادي.

وفي الإنسان عند إعطائه كميات متساوية من ترانس β-كاروتين أو سيس β-كاروتين فإن ترانس β- كاروتين وجد أكثر في الدم مما يعني أن:

١- سيس β-كاروتين لم يمتص بنفس الكفاءة.

٢- سيس β- كاروتين يؤيض مفضلاً إلى فيتامين أ.

أو ٣- كان هناك تشابه سيس إلى ترانس جوهري في الإنسان.

نقل وتوزيع وتخزين الكاروتينويدات

مثل بقية الدهون فإن الكاروتينويدات الممتصة حديثاً تنقل في اللنف خلال نقيطات اللنف الدهني/الدقائق الكيلوسية chylomicrons وأن هذه تؤخذ بواسطة الكبد وتطلق في مجرى الدم كمكونات لليبوبروتينات منخفضة الكثافة جداً (ل.خ.ك.ج VLDLs) وأن هذه تؤخذ بأنسجة غير كبدية وأنها تعامل إلى ليبوبروتينات منخفضة الكثافة (ل.خ.ك LDLs) وأخيراً إلى ليبوبروتين عالي الكثافة (ل.ع.ك HDLs). وفي بلازما الإنسان يوزع الـ β-كاروتين والليكوبين مع (ل.خ.ك LDL) (٧٥٪) و (ل.ع.ك HDL) (٢٥٪) أما زانثوفيل ليوتين فيوزع تقريباً بالتساوي مابين (ل.ع.ك HDL) و (ل.خ.ل LDL) وأما الكاروتينويدات السائدة في السيرم فهي الـ β- كاروتين، α-كاروتين، الليكوبين، β-كربتوزانثين، الليوتيين، الزيازانثين والكاروتينويدات عديمة اللون فيتوايين وفيتوفلوين وأنها تتأثر كثيراً بالغذاء. وكاروتينويدات البلازما تمثل ١٪ من كل كاروتينويدات الجسم في الإنسان.

والأنسجة الدهنية (٨٠ – ٨٥٪) من كل كاروتينويدات الجسم والكبد (٨ – ١٢٪) هي أهم مخازن الكاروتينويدات في الإنسان. والإنسان يحتوي على ١٠٠ – ١٥٠محم كاروتينويدات. وفي

كبد الإنسان تبلغ النسبة من صفر - ٩٧ ميكروجرام/جم كبد وتشمل ليوتيين وليكوبين و α-كاروتين و β-كاروتين. وتحتوى الكظريات ٢٠ ميكروجرام/جم لـ β-كاروتين. والأعضاء ذات المستقبلات عالية العدد من ل.خ.ك LDL وكذا معدلات عالية من أخذ ل.خ.ك LDL بها مستويات أعلا من الكاروتينويدات.

وفى النبات والبكتريا واللافقريات البحرية تتوقف قوة الإرتباط بالبروتين على تركيب الكاروتينويد. ويتغير طيف الكاروتينويد بالربط وهذا التغير يعكس وظائف فسيولوجية وكذلك ينتج تعدد الشكل البلورى polymorphism بين الأنواع.

مكافىء الريتينول للكاروتينويدات المختلفة

من الـ ٦٠٠ كاروتينويدات المعروفة فقط ٦٠ ثبت أنها مولدات لفيتامين أ. والكاروتينويد ليعمل كمولد لفيتامين أ يجب أن يحتوى على الأقل حلقة واحدة من β-أيونون β-ionone غير مشبعة (٢، ٦، ٦-ثلاثى ميثيل-١-سيكلوهكسين-١-يل (2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl مع سلسلة جانبية بوليين polyene بها على الأقل ١١ ذرة كربون. ولذا فإن الـ α-كاروتين (وبها حلقة β-أيونين واحدة) عنده نصف النشاط البيولوجى لـ β-كاروتين، والكانتازانثين (وبها مشتقات كيتونية على كلتا الحلقتين) ليس له أى نشاط مولد لفيتامين أ. ومرض نقص فيتامين أ يعالج أسرع بإعطاء فيتامين أ سبق تكوينه عن إعطاء كاروتينويدات لأن تحويل β-كاروتين إلى فيتامين أ يتأثر فى حالة نقص فيتامين أ. ونقص فيتامين ئى ينقص من تكون فيتامين أ ربما لأنه يحميه من التأكسد هو والكاروتينويدات. وفى أخذ كاروتينويدات بكمية كبيرة فإن تحويل الـ β-كاروتين إلى فيتامين أ (وكذلك الكاروتينويدات الأخرى) تنقص ربما لتأثر الإمتصاص من الأمعاء أو لضبط أيض إنزيمات التشقق.

والمصادر الغذائية لمولدات فيتامين أ من الكاروتينويدات هى الجزر والقرع الأصفر والخضروات الورقية ذات اللون الأخضر العميق والذرة الصفراء والطماطم والبابايا والبرتقال والحبوب والذرة البيضاء تحتوى قليلاً أو لاشىء من مولدات فيتامين أ. أما زيت النخيل الأحمر فهو غنى جداً بمولدات فيتامين أ من الكاروتينويدات فهو يحتوى تقريباً على ٠,٥ مجم α، β-كاروتين /مل. والجدول (٢) يعطى بعض مصادر مولدات فيتامين أ.

وبالرغم من أن الإنقسام المركزى لجزىء من الـ β- كاروتين يعطى - من الوجهة النظرية - جزيئين من فيتامين أ فإن هذا لايحدث والذى يحدث أن النشاط البيولوجى للـ β-كاروتين مقارناً بذلك الخاص بفيتامين أ هو فى المدى ٢ : ١ إلى ١٢ : ١ (وزن/وزن) وفى معظم الحيوانات المستأنسة والإنسان فإن النسبة ٤ : ١ إلى ١٠ : ١ (متوسط ٧ : ١) فتحويل ٦ ميكروجرام β-كاروتين إلى ١ ميكروجرام كحول فيتامين أ مقبول.

والكاروتينويدات المولدة لفيتامين أ الأخرى تعتبر أن لها نصف هذا النشاط (١٢ ميكروجرام كاروتينويد يساوى ١ ميكروجرام ريتينول. والجدول (٣) يبين الطرق المختلفة للتعبير عن قيم فيتامين أ.

جدول (٢): نشاط فيتامين أ للكاروتينويدات العامة بالنسبة للـβ-كاروتين.

كاروتينويد	النشاط (٪)	الوجود
β-كاروتين	١٠٠	النباتات الخضراء، الخضر، الجزر، البطاطا الصفراء، القرع، الطماطم، الفواكه الحمراء والصفراء.
α-كاروتين	٥٠ - ٥٤	النباتات الخضراء ، الجزر، القرع، الذرة، الفلفل الأخضر.
γ-كاروتين	٤٢ - ٥٠	الجزر، البطاطا، الذرة، الطماطم، الطحالب، بعض الفواكه.
β-كاروتين ٥′،٦′ أحادى الأيبوكسيد	٢١	النباتات، البطاطس، الفلفل الأحمر.
β-كاروتين ٥′، ٨′ أحادى الفيورانوكسيد	٥٠	قشر البرتقال، الفلفل الأحمر، الطماطم، البطاطا، قمام المناقع.
٤-كيتو β-كاروتين	٤٤ - ٥٤	الطحالب، قند البحر، الدافنيا، الهيدرا، الأسفنج الأحمر، جنبرى المياه المالحة، القشريات.
٣-كيتو β-كاروتين	٥٢	
٣-ايدروكسى-β-كاروتين	٥٠ - ٦٠	الذرة الصفراء، الفلفل الأخضر، الأشنة، الكاكى، البابايا، الليمون، البرتقال
٤-ايدروكسى β-كاروتين	٤٨	جنبرى المياه المالحة.
β-ابو ٨′-كاروتينال	٣٦ - ٧٢	الموالح، النباتات الخضراء.
β-ابو ١٢′ كاروتينال	١٢٠	جريش الألفالفا.
β-ابو ٨′ استر ايثيلى حمض كاروتينيك	٢٥، ٧٨	

جدول (٣): عوامل تحويل لتقدير فيتامين أ من تكوين الكاروتينويدات.

	عوامل التحويل
١ مكافئ ريتينول (ك ر)[١]	= ١ ميكروجرام الكل ترانس ريتيسول ، = ٦ ميكروحرام الكل ترانس β-كاروتين، = ١٢ ميكروجرام كاروتينويدات مولدة أخرى لفيتامين أ، = ٣,٣٣ وحدة دولية فيتامين أ ، = ١٠ وحدة دولية كاروتينويدات مولدة لفيتامين أ
١ وحدة دولية من فيتامين أ (ودا)	= ٠,٣ ميكروجرام الكل ترانس ريتينول ، = ٠,٣ ريتينول، = ٣ ودك كاروتين ، = ١,٨ ميكروجرام الكل ترانسβ-كاروتين، = ٣.٦ ميكروجرام كاروتينويدات مولدة لفيتامين أ
"١" وحدة دولية مولدة لكاروتينويدات مولدة لفيتامين أ (ودك)	= ٠,٦ ميكروجرام الكل ترانس β- كاروتين ، = ٠,٣٣ ودا، = ٠,١ مكافىء ريتينول، = ٠,١ ميكروجرام الكل ترانس ريتينول، = ١,٢ ميكروجرام كاروتينويدات أخرى مولدة لفيتامين أ
ريتينول و β-كاروتين معطاة بالميكروجرام	ك ر = ميكروجرام ريتينول +)ميكروجرامβ-كاروتين / ٦)
ريتينول، β-كاروتين معطاة بـ(ود)	ك ر = ((ود) ريتينول / ٣,٣٣) + (ود β-كاروتين / ١٠)

β-كاروتين وكاروتينويدات أخرى مولدة لفيتامين أ معطاة بالميكروجرام.

$$ك\ ر = \left(\frac{\text{ميكروجرام β-كاروتين}}{٦}\right) + \left(\frac{\text{ميكروجرام كاروتينويدات أخرى مولدة لفيتامين أ}}{١٢}\right)$$

ك ر = مكافئ الريتينول، ودك = وحدة دولية كاروتين، ودا = وحدة دولية فيتامين أ.

أ: ١ ك ر = ١,١٥ ميكروجرام خلات الريتينيل ، = ١,٨٣ ميكروجرام بالميتات الريتينيل.

التحويل الإنزيمي إلى فيتامين أ

سبق ذكر أن الـ β-كاروتين لاتعطي ٢ فيتامين أ (الإنقسام المركزي) ولكن الإنقسام غيرالمركزي يمكن أن يتبعه تقصير لفيتامين أ. ووجدت كميات صغيرة من β-ابو ٨'، β-ابو ١٠' و β-ابو ١٢' كاروتينال مُعَلّمَة (وكذلك كحولاتها وأحماضها) في أنسجة الفار بعد تغذيته β-كاروتين مشع. وهذه الأبوكاروتينالات يمكن أن تتكون بتفاعل كيماوي لعوامل أكسدة (فوق أكسيد الأيدروجين وبرمنجنات البوتاسيوم) مع الـ β-كاروتين في الزجاج *in vitro* وهي توجد بكميات صغيرة في النباتات. ولكن لم تظهر أي نشاط إنزيمي غير منتظم في الزجاج بينما تجارب في الزجاج *in vitro* مستخدمة متجانسات homogenates الأمعاء المنقاه جزنياً (من فار وأرنب وخنزير التجارب) قد أظهرت إنقساماً متناسقاً للـ β-كاروتين مع الريتيال retinal (الدهيد فيتامين أ) كالمنتج الوحيد الذي يمكن إستبيانه. وهذا النشاط الإنزيمي يتطلب وجود أكسجين وسمي ١٥، ١٥' β-كاروتينويد ثنائي الأكسجيناز

15, 15' β-carotenoid dioxygenase

(ل د. ٢١٠١١٠١٣٠١ EC 1.13.11.21)

وهذا النشاط الإنزيمي وجد في الأمعاء والكبد والكلى وأنسجة أخرى في الزجاج *in vitro*. وفرض الإنقسام الإعتباطي يدعمه أن ١ جزيء mol من β- كاروتين غذائي ليس له أبداً نشاط بيولوجي أكثر من ١ حزيء mol من فيتامين أ وإن كان هذا التأثير يمكن شرحه بعدم كفاءة في الإمتصاص والإنقسام الإنزيمي. وآلية الإنقسام الإعتباطي تتطلب تقصير متدرج للأبوكاروتينويدات طويلة السلسلة إلى فيتامين أ؛ وقد أقترحت الـ β-أكسدة (كما يحدث في أيض الأحماض الدهنية) ولكن هذه الآلية ينتج عنها حمض ريتينويك retinoic acid بدلاً من ريتينال أو ريتينول، وهناك مايدعو إلى عدم وجود إختزال بيولوجي لحمض الريتينويك إلى أشكال أخرى من فيتامين أ. وآلية الإنقسام الإعتباطي يؤيده أنه وجدت كميات صغيرة من الأبوكاروتينويدات في أنسجة الحيوان. ولكن أجزاء أبوريتينويد أقصر (أقل من ٢٠ ذرة كربون) متطلبة كبقايا للإنقسام اللامتناسق لم تعزل أو تحدد. و β أبو كاروتينويدات لها نشاط مولدات فيتامين أ في تجارب الحيوان وهذا ضروري لغرض الإنقسام الإعتباطي ولكن يمكن إنقسامهما إلى ريتينال بواسطة مجنسات الأمعاء في الزجاج *in vitro* تحت ظروف أستخدمت لتقدير نشاط إنزيم ١٥، ١٥' ثنائي الأكسجيناز (الإنقسام المركزي). والـ β-كاروتين ليست مصدراً لفيتامين أ في القط ونشاط ١٥، ١٥' ثنائي الأكسجيناز لم يوجد في أمعاء القط وعلى ذلك فليس هناك جواب شافٍ للآلية في الحسم الحي *in vivo* أو إذا كان الشقان يستخدمان في الحيوان أيهما يسود. وباعتبار أهمية الكاروتينويدات في الحيوانات العالية كمولدات لفيتامين أ فهذه النقطة مهمة في أيض الكاروتينويد.

ويمكن لبعض الأسماك والطيور تحويل الزانثوفيلات والأستازانثين والكانتازانثين ومشابهات الزيازانثين إلى فيتامين أ وبعض أسماك المياه العذبة يمكن أن

تحول الليوتيين إلى ٣، ٤ ثنائى ديهيدروريتينول (فيتامين أ٢) 3,4-dihydroretinol والكيتوكاروتينويدات يمكن أن تختزل إلى الكحولات المقابلة وتؤستر مع الأحماض الدهنية طويلة السلسلة.

سمية الكاروتينويدات

لايوجد سمية للكاروتينويدات بعكس فيتامين أ فالـ β-كاروتين يسبب إرتفاعاً فى مستويات السيرم للكاروتينويدات وإصفرار للأشخاص فاتحى اللون ولكن ليس له أى ضرر وتناول كميات كبيرة من الكاروتينويدات لايعطى إرتفاعاً فى فيتامين أ/فرط الفيتامينية أ hypervitaminosis A ربما بسبب نقص كفاءة التحويل إلى فيتامين أ فى الأخذ/المأخوذ العالى. وإضافة β-كاروتين لغذاء الإنسان لاينتج عنه إرتفاع الجليسريدات الثلاثية أو الكوليسترول فى الإنسان.

والكاروتينويد الوحيد الذى له فعل معاكس هو الكانثازانثين (٤، ٤'-ثنائى كيتو β-كاروتين) فجرعات ٥٠ - ١٠٠ مجم أنتجت ترسيبات بلورية فى الريتينا وأدت إلى رؤية ليلية متأثرة وعند وقف الجرعات فإن التأثير يزول ببطء. والجرعات الدوائية pharmacological خفضت تجميع الكبد لفيتامين أ الغذائى فى الفأر. وفى الإنسان كميات كبيرة من الكانثازانثين لونت الأشخاص خفيفى لون الجلد باللون الأصفر.

الدور العلاجى للكاروتينويدات

سبق ذكر عمل الكاروتينويدات فى إطفاء ظمأ الترابط المفرد/بكهيرب مشترك كما أنه يمكن للكاروتينويدات من تحسين المناعة فى الحيوان.

وإستخدم الـ β-كاروتين والكانثازانثين بجرعات كبيرة لتحسين الحساسية الضوئية والـ β-كاروتين يمنع الحساسية الضوئية المتسببة عن تناول الكينيدين quinidine ولكن ليس الحساسية الضوئية للأشعة الضوئية.

كما أن الكاروتينويدات لها تأثير هام ضد سرطان الرئة ومنتجات الطماطم - وبها ليكوبين - اكثر كفاءة عن الجزر والقرع (مصدران للـ β-كاروتين).

كما أن الكاروتينويدات لها تأثير هام ضد السرطان الحنجرى والمعدى والمثانة والمخ وغيرها. وهذه التأثيرات لاتظهر مع فيتامين أ مما يدل على وجود دور مباشر للكاروتينويدات كما تمنع أو تؤخر الكاروتينويدات ورم الجلد أو ورم الثدى.

كما أنها تعزز وظائف المناعة.

(Macrae)

الكارى curry

بهار وتركيبه من قرنفل وكسبرة وزنجبيل وفلفل أسود وكمون وفليفلة حارة وجذمور والكركم وهو تابل يستخدم مع كثير من الأكل وخاصة اللحوم.

(قدامة)

الكازين والكازينات casein & caseinates

بروتينات اللبن يمكن تقسيمها عموماً إلى قسمين: الكازين وبروتينات الشرش. ويمكن إعتبار الكازينات بأنها البروتينات التى ترسب عندما يحمض اللبن "الخام" غير المسخن إلى جهـ ٤,٦ وهى نقطة التكاهر للكازين بيما تبقى بروتينات الشرش فى

محلـول. والكـازين مخلـوط مـن عـدة أنـواع مـن الكازينات مثل α_{s1}، و β و K-كازين وقد يشار إليه أحياناً بالكـازين الكـامل. وهـو ينتمـى إلى القسم النادر من البروتينات؛ فوسفوبروتينات ويحتوى على ٠,٧ – ٠,٩٪ فوسفور مرتبط تساهمياً بالكـازين عـن طريق رابطة إستر سيرين. وهو يوجـد فـى اللبن مرتبطاً بالكالسيوم وبفوسفات غير عضوية والسترات كمعلق غروى من معقدات تجمعات غروية/مُذَيْلات micelles ويكـون ٢,٦ – ٢,٩٪ بـالوزن مـن كـل اللبن.

والكـازين يمكـن أن يرسب من اللبن الفرز لإنتـاج عدة منتجات مثل الكازين الحمضى acid casein وكازين الرينيت rennet casein ومرسب مشترك coprecipitate وكلها غـير ذائبـة فـى المـاء بعـد الترسيب ولكن إضافة القلـوى للكـازين الحمضـى يعطى كيزينات ذائبة فى الماء.

إنتاج الكازين manufacture of casein

الكازين الحمضى acid casein

التحميض acidification

عندما يحمـض اللبـن – جـ يد ٦,٦ – فـإن الكالسـيوم والفوسفات غير العضوى تزال من التجمعات الغروية /المُذَيْلات للكـازين وتقـل الشـحنة الصافيـة علـى التجمعـات الغرويـة/المُذَيْلات وتصبـح التجمعـات الغروية/المُذَيْلات غير ثابتة أقل فأقل حتى يترسب الكـازين والترسـيب الكـامل للكـازين يحـدث عنـد نقطة التكاهر جـ يد ٤,٦. وتحميض اللبن يحدث بـ:

١- تلقيح اللبن ببكتريا حمض اللاكتيـك مثـل *Lactococcus lactis* subspecies *lactis* or *cremoris*. وهـذه البكتيريـا التـى تعرف بإسم البـادىء starter تُحَـوِل بعض لاكتوز اللبن إلى حمض لاكتيـك أثنـاء فـترة التحضيـــن (حـوالى ١٦-١٨ سـاعة) (الصـورة ١).

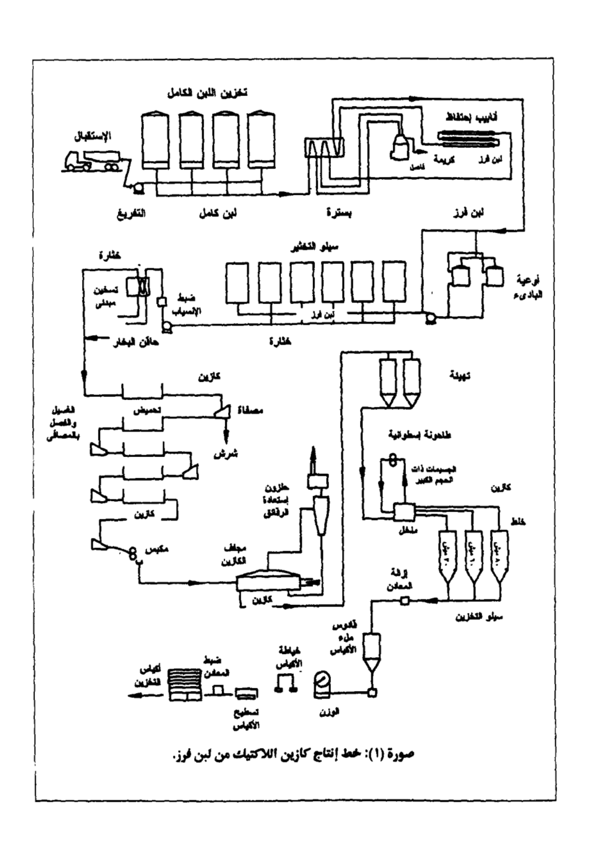
٢- الإضافة المباشـرة لحمـض مخفـف إلى اللـبن الفـرز ويسـتخدم حمـض الكلوروديـك أو الكـبريتيك أو الفوسـفوريك أو اللاكتيـك أو أحمـاض أخـرى وعـادة حمـض الكلوروديك.

الطبخ/التحميض

فى تصنيع الكازين الحمضى فإن تحميض اللبن عـادة يتبعـه التسـخين وأحيانـاً يسبقـه. والتسـخين يشجع تجمع جسيمات خثرة الكازين والتـى بعـد ذلك تتكمش (إندغـام الجـل syneresis) لطـرد الشرش. وفـى نفـس الوقـت تصبـح الخـثرة أكـثر تماسكاً وتستطيع تحمل العمليات الميكانيكية التى تتلو ذلك. وتسخين اللبن المحمض يسمى أحياناً "الطبخ" ويمكن إجراؤه فى مدى درجـات حـرارة ٤٥ – ٥٥°م بواسطة:

١- حقـن البخـار فـى الأنبـوب الحـامل للـبن المحمـض. أو ٢- التسـخين غـير المباشـر بواسـطة مبـادل حـرارى. أو ٣- إرتبـاط بـين الإثنـين – التسخين المبدئى خلال مبادل حرارى مع حقن البخار لتكملة عملية التسخين (الصورة ١).

وفـى كـل حالـة فـإن الخـثرة المطبوخـة والشـرش يحافظ عليها فى أنبوب الطبخ cooking pipe لمدة حـوالى ١٠ – ٢٠ ثانية قبل أن تبرز إلى وعـاء التحميض. والخثرة والشرش قد تبقى فيـه لمـدة



صورة (١): خط إنتاج كازين اللاكتيك من لبن فرز.

تتراوح مابين ٣٠ ثانية إلى ١٥ق. وخلال هذا الوقت تقلب الخثرة بلطف فى الشرش حتى يتوصل إلى توازن بين الكالسيوم فى الخثرة والشرش.

وعملية بديلة هى إستخدام أنبوبة إندغام جل synerеsis tube. حيث الخثرة المطبوخة والشرش تحفظان فى أنبوب أكبر قطراً لمدة عدة دقائق (وأيضاً يحدث لها تحميض أو توازن).

إزالة الشرش والغسيل
dewheying & washing

بعد تحميض الخثرة والشرش ينقلان بمضخة أو يخرجان بالجاذبية إلى غربال إزالة الشرش أعلا وعاء الغسيل الأول. ويزال الشرش وتنقل الخثرة إلى الوعاء ويمكن فصل الخثرة والشرش تماماً بإستخدام جهاز طرد مركزى أفقى (مصفق decanter) أو مكبس كازين-إزالة الماء قبل أن تنقل الخثرة إلى الغسيل الأول. وإرتباط مابين النخل وإزالة الشرش بالمصفق يمكن أن يستخدم لخفض الحمل الأيدروليكى على المصفق. وغرض الغسيل هو إزالة الشرش (ويحتوى أساساً على لاكتوز) من الخثرة حتى يكون الكازين الناتج نقياً نسبياً. ومن العادة غسيل الخثرة عدة مرات فى الماء ودرجة حرارة ماء الغسيل قد تختلف ويتوقف على المتطلبات الخاصة. والكازين عادة يعرض لعدة غسلات وهذه تجرى فى إنسياب عكسى لإتجاه الخثرة مع الخثرة الأكثر نقاوة تقابل الماء الأكثر نظافة.

إزالة الماء dewatering

بعد غسيل الخثرة يزال الماء منها قبل التجفيف. ويتأثر قوام الخثرة بدرجة حرارة ماء الغسيل وكلما إرتفعت درجة حرارة ماء الغسيل كلما أطلقت الخثرة ماء أكثر أثناء إزالة الماء وتصبح متماسكة وأكثر لدانة وبالتالى تصبح أصعب فى الفرم والتجفيف.

وعلى ذلك فمن الضرورى تنظيم درجة حرارة الغسيل الأخير بعناية لجعل توازن متطلبات أقل محتوى ماء وتفتتية الخثرة القصوى فى حالة مثلى. وأجهزة إزالة ماء خثرة الكازين تتكون من مكابس إسطوانية أو أحزمة ومصفقات وجهاز طرد مركزى من منخل وإسطوانة. والمكبس الإسطوانى ينقص محتوى الماء فى الخثرة إلى حوالى ٥٥٪. وكذلك المكبس الحزامى والمصفق الصلب والسلطانية أو جهاز الطرد مركزى مصفاة-سلطانية يمكنها إنقاص المحتوى الرطوبى للكازين الحمضى إلى حوالى ٥٢٪.

التجفيف drying

تجفيف خثرة الكازين يستخدم عادة مجففات أفقية هزازة ذات طبقة مسيلة horizontal vibrating fluid-bed driers وهذه المجففات لها إثنان أو أكثر من طبقات من صلب غير قابل للصدأ (الصورة ١) والتأثير المختلط للهز وإنسياب هواء ساخن (درجة حرارة ٧٥ - ١١٥°م) خلال أخرام الطبقات يسبب أن خثرة الكازين تصبح مسيلة fluidized ويساعد جداً فى إزالة الرطوبة من الجسيمات ويزال معظم الماء أثناء الأطوار الأولى

لتحميف الكازين حيث تتبخر من سطح الجسيمات. وفي الأطوار الأخيرة من التجفيف يتطلب الأمر إنتقال الرطوبة من مركز إلى سطح الجسيم وهذه عملية أبطأ كثيراً. ويمكن إستخدام مجففات خاصة ناقلة للهواء ومجففات إحتكاك وهى تستخدم فى الطحن فى الخط وتميل إلى إنتاج منتجات كازين أدق مما لو أستخدمت المجففات ذات الطبقة المسيلة.

التبريد والتهيئة والطحن والنخل والخلط والتكييس

الكازين المنتج من المجففات ذات الطبقة المسيلة يكون دافئاً وطرياً وغير مناسب للطحن مباشرة فى بعض المطاحن كمطاحن الإسطوانات. وعلى ذلك قد يبرد الكازين ثم ينقل إلى قواديس تهيئة حيث يمكن أن يحدث توازن للرطوبة أثناء فترة ٨ - ٢٤ ساعة. فيطحن الكازين وينخل بإستخدام مصافى متذبذبة ذات عدة طبقات إلى جسيمات ذات أحجام عديدة عادة <٦٠٠ ميكرومتر. والكازين الدقيق جداً (<١٥٠ ميكرومتر) عادة ينتج بإستخدام طواحين الدبوس pin mill وعقب خلط الكازين المطحون يعبأ فى أكياس ذات طبقات عديدة مجهزة بمبطنات لدائن وتخزن. والجدول (١) يعطى تكوين منتجات الكازين.

كيزين الرينيت rennet casein

فعل الكيموسين action of chymosin

يمكن ترسيب الكازين من اللبن أيضاً بفعل الإنزيمات البروتيولوتية مثل الكيموسين chymosin والذى يوجد فى رينيت العجل والكيموسين والإنزيمات الاخرى من المصادر الحيوانية والكائنات الدقيقة التى تسبب تخثر اللبن تفصل جزءاً من الـ K-كازين (ويشار إليه بالجليكوماكروببتيد (ج.م.ب GMP) glycomacropeptide من التجمع الغروى/ مُذَيْلَة وبالتالى يصبح التجمع الغروى/مُذَيْلَة غير ثابت فى وجود أيونات الكالسيوم والكازين غير المثبت يكون خثرة ثلاثية الأبعاد وهذه العملية ضرورية فى إنتاج معظم أنواع الجبن.

جدول (١): تكوين منتجات الكازين.

المكون	الكازين الحمضى	كازين الرينيت	كازينات الصوديوم (مجففة بالرذاذ)
الكمية / ١٠٠ جم			
الماء (جم)	١١,٥	١١,٥	٤,٥
دهن (جم)	١,١	٠,٤	١,٠
بروتين (جم) (ن × ٦,٣٨)	٨٦,٢	٨١,٣	٩٢,٠
رماد (جم)	١,٨	٨,٢	٣,٦
لاكتوز (جم)	٠,١	٠,١	٠,١
الكمية / ١ كجم			
نحاس (مجم)	٢	٢	٢
رصاص (مجم)	<١	<١	<١
حديد (مجم)	٥ - ٢٠	٥	٥ - ١٠
الخواص الفيزيقية			
اللون	أبيض كريمى	أبيض كريمى	أبيض
النكهة	لطيفة،نظيفة	لطيفة،نظيفة	لطيفة،نظيفة
الذوبان فى الماء	غير ذائب	غير ذائب	ذائب

تخثر اللبن clotting of milk

اللبن المبستر عند درجة حرارة ٢٩°م (أو أقل) يخلط مع رينيت العجل (أو أى إنزيم مخثر للبن) فى نسبة تقريبية (بالحجم) ١ : ٧٥٠٠ رينيت : لبن ويحدث التخمر من ٢٠ - ٤٠ق بعد إضافة الرينيت للبن وإذا إستخدمت درجات حرارة أقل فيجب زيادة المدة ويمكن إضافة رينيت أقل مع إستخدام وقت أطول.

الطبخ cooking

التقنية العادية لطبخ كيزين الرينيت تشتمل على حقن البخار فى خط طبخ اللبن المحثر المضخ من وعاء وإن كان من الممكن إستخدام تقنية الطبخ فى الوعاء مشابهة لتلك المستخدمة فى صناعة الجبن ودرجة الحرارة المستخدمة حوالى ٥٠ - ٦٠°م. ثم يحدث إزالة للشرش والغسيل وإزالة الماء والتجفيف للخثرة فى طريقة مشابهة لما وصف للكازين المحمض. والكازين المجفف يعامل كما سبق ذكره وحيث الطبخ غير المباشر لكازين الرينيت فإن مبادلاً حرارياً أنبوبياً يمكن أن يستخدم لطبخ الخثرة والشرش إلى درجة حرارة مشابهة للطبخ المباشر (حقن البخار) والخطوات الأخرى شبيهة لما سبق ولايوجد تحميص بعد الطبخ فى كازين الرينيت.

المترسبات المشتركة coprecipitates

المترسبات المشتركة إرتباطات مابين بروتينات الكازين والشرش مرسبة معاً من اللبن المسخن. وعندما يسخن اللبن إلى درجات حرارة أعلا من ٧٠°م فإن بعض بروتينات الشرش تمسخ بالحرارة وقد تتفاعل مع بعض الكازينات. وعندما يضاف مرسب الكازين مثل الحمض أو كلوريد الكالسيوم إلى اللبن المسخن فإن الكازين وبروتينات الشرش تترسب معاً ويتوقف على جهد الترسيب (وهذا قد يختلف من ٦,٦ - ٤,٥) فإن الترسيب المشترك يحتوى كميات مختلفة من الكالسيوم (كالسيوم عال على جهد ٦,٦ وكالسيوم منخفض على جهد ٤,٥). ولما كانت بروتينات الشرش لها قيمة تغذوية أعلا من الكازين فإن المترسبات المشتركة لها قيمة تغذوية معززة إذا قورنت بالكازين. وإتاء الترسيب المشترك من اللبن الفرز هو حوالى ٥ - ٢٠٪ أكبر من الكازين.

الكازينات caseinates

الكازينات تنتج بمعادلة الكازين الحمضى بالقلوى وكل الكازينات ذائبة فى الماء بسهولة وتحضر بنسبة ٢٠٪ مواد صلبة قبل التجفيف بالرذاذ. والكازينات المجففة بالإسطوانات قد تحضر من محاليل أكثر تركيزاً ومن الممكن تحضير كازينات حبيبة ذائبة جزئياً أو شبه مشتتة حيث الكازين والقلوى تفاعلا جزئياً فقط. وتحضر كازينات الصوديوم - وهى الشكل العادى - بخلط محلول أيدروكسيد أو بيكربونات أو كربونات الصوديوم مع خثرة الكازين الحمضى أو الكازين الحمضى الجاف المعلق فى الماء. وهو يذوب تماماً فى الماء لإنتاج محلول لزج ملتصق ولونه لون القش. أما كازينات الكالسيوم فتنتج مشتتة فى الماء رفيعاً ومعتماً وأبيضاً وغروياً ويشبه اللبن. والكازينات الأخرى مثل تلك الخاصة

بالبوتاسيوم والألومنيوم تشبه فى خواصها العامة كازينات الصوديوم. وكازينات المغنيسيوم لها خواص متوسطة بين كازينات الصوديوم والكالسيوم. والجدول (١) يبين تكوين كازينات الصوديوم.

والمترسب المشترك الحمضى (كالسيوم منخفض) يمكن إذابته فى قلوى بطريقة مشابهة لتلك المستخدمة مع الكازين الحمضى. وكلاً من كازين الرينيت والمترسب المشترك عالى الكالسيوم (مترسب عند جهد ٦،٠ أو أكثر) عادة تجعل ذائبة بواسطة معقد فوسفاتات مثل ثلاثى عديد الفوسفات tripolyphosphate لإنتاج محلول شفاف له لزوجات أعلا قليلاً عن تلك الخاصة بكازينات المترسبات المشتركة.

وفى معظم التطبيقات فى كلا المأكلة والتقنية (غير الأغذية) فإن الكازين يذاب أولاً قبل إستخدامه فى تطبيقه النهائى. وفى بعض الأحيان يقوم البعض بتحويل الكازين إلى كازينات وأن كان البعض يحصل على الكازينات مباشرة.

الإستخدام فى صناعة الأغذية
use in food industry

الإستخدامات الرئيسية لمنتجات الكازين فى الأغذية مع وظائفه تظهر فى الجدول (٢). وهو كيزين عالى الجودة يمكن أن يكون ذا قيمة تغذوية فى الأغذية ولكن هذا ليس سبب إستخدامه فهو يستخدم فى الأغذية لمقدرته على إعطاء خواص وظائفية من خلق وتكوين رغاوى وإستحلاب دهن وربط الماء والتثخين وعلى ذلك فله تأثير هام على القوام أو التلازج فى الأغذية.

جدول (٢): إستخدام ووظيفة منتجات الكازين فى الأغذية.

التطبيق	الوظائف الأساسية
أغذية الحيوانات وحيوانات التدليل.	تغذوى ، رابط للرطوبة والدهن.
منتجات الخبيز.	تغذوى ، القوام ، رابط للماء.
المشروبات بما فيها الشوربة.	مستحلب، مثبت، تغذوى.
مبيضات القهوة والكريمة.	مقاومة التريش، مستحلب.
الحلويات.	تغذوى، القوام.
المنتجات المزروعة. cultured	مثبت، مستحلب، التلازج، تغذوى.
أكلات خفيفة مبثوقة.	القوام.
مساحيق عالية الدهن ودهن التنعيم.	مستحلب، الخفق.
الجيلاتى والموس mousse والعُقْبة.	الخفق، تكوين الرغاوى، مستحلب.
الجبن المقلد ومنتجات مشابهة للجبن.	القوام ، مستحلب.
أغذية الأطفال.	تغذوى.
تحضيرات الفطار الفورية والتغذوية.	تغذوى.
منتجات اللحوم.	مستحلب، ربط الماء.
العجائن الغذائية.	تغذوى، القوام.
دوائى.	تغذوى، علاجى.
مواد البسط.	القوام ، مثبت.
فوقيات مخفوقة.	مثبت، مستحلب.

أغذية الحيوانات وحيوانات التدليل
animal & pet foods

الكازين ككازينات الصوديوم يستخدم كمضاف فى أغذية حيوانات التدليل وفيما يحل محل لبن العجول وذلك فى أغذية السمك. وقد أجريت تجارب لتأثير الكازين "المحمى" بتفاعله مع الفورمالدهايد مما يجعله لايكسر بواسطة الفلورا الدقيقة فى الغذاء حيث يمرغير مهضوم إلى

المعدة الرابعة حيث تساعد الظروف الحمضية على هضمه.

التطبيقات الخبزية وأغذية الأكلات الخفيفة المبثوقة bakery applications & extracted snack foods

الأشكال الذائبة من الكازين (مثل الكازينات) تميل إلى ربط كثير من الماء وقد تجعل الغذاء ملتصقاً جداً أو "عجيني" وعلى ذلك تستخدم منتجات كازين غير ذائبة أو ذائبة جزئياً لأن هذه أقل في ربط الماء عن الكازينات الذائبة كلياً فإستخدمت مع الدونت والبسكويت والوافل ومخاليط الكيك والخبز. والغرض من إستخدام منتجات الكازين في الأكلات الخفيفة المبثوقة (عالية البروتين) هي إنتاج القوام المطلوب والتقوية التغذوية.

المشروبات beverages

الألبان المقلدة imitation milks

اللبن المقلد ظهر مابين ١٩٦٠ - ١٩٧٠ وهذا يحتوى على دهن نباتي ومكونات أخرى مختلفة منها البروتين ككازينات الصوديوم والبوتاسيوم أو من فول الصويا ومصدر كربوايدراتي مثل جوامد شراب الذرة. ولكن هناك إهتمام بسبب إنخفاض القيمة التغذوية (مثل نقص الفيتامينات والمعادن وإنخفاض محتوى البروتين) وقد إستخدمت منتجات الكازين لتقوية اللبن الطازج.

كريمة الليكير cream liqueurs

تعمل كازينات الصوديوم كمستحلبات كما يدخل فيها السكر والكحول وسترات ثلاثي الصوديوم.

الشوربة soups

عند إستخدام منتجات الكازين في الشوربة فإن الغرض قد يكون التغذية مثل كازينات الكالسيوم أو لزيادة التلازج أو اللزوجة في المخلوط (عادة في شكل كازينات الصوديوم) وأحياناً قد تستخدم محملآت منتجات الكازين في الشوربة والهام gravies لتعزيز النكهة.

مبيضات القهوة والكريمة coffee whiteners & creamers

أهم وظائف الكازين ككازينات صوديوم في مبيضات القهوة هي الإستحلاب وتشجيع مقاومة التريش feathering كما أنها - أو أي بروتين - تعطي حسماً وتعطي بعض البياض ولو أن هذا أساساً من الدهن وتحسن النكهة. وقد أنتجت مبيضات قهوة سائلة وجافة ولكن أحسنها الجافة لأنها أكثر ثباتاً على الرف وملاءمتها للإستخدام وكذلك رخص السعر يجعلها جذابة لأنها تصنع من دهن نباتي وكربوايدرات مثل جوامد شراب الذرة.

الحلويات confectionery

لاتستخدم منتجات الكازين في الحلويات كثيراً وإن كانت تستخدم في التوفي والكارامل والفَذج حيث تعطي جسماً متماسكاً ولطيفاً وفي الخطمي والنوجة لإعطاء مخفوقات ثابتة للحراة والرغاوي. وأستخدمت منتجات الكازين لإعطاء أكلات خفيفة من شكولاتة عالية البروتين والقضبان bars or sticks.

المنتجات المزروعة cultured products

إستخدمت منتجات الكازين فى تصنيع الزبادى لتغنية البروتين وتحسين التلازج والثبات وهى تعطى أقل إندماغاً للجل syneresis عن منتجات الزبادى العادية. وقد أنتجت منتجات كريمة حامضية من دهن نباتى وكازينات الصوديوم ومكونات أخرى والغرض من إضافة كازينات الصوديوم هو ثبات هذه المنتجات ولزيادة التلازج ولإستحلاب الدهن.

المساحيق غنية الدهن ودهون التنعيم
high-fat powders & shortening

كازينات الصوديوم إستخدمت لكبسلة وإستحلاب الدهن فى المساحيق ذات محتوى الدهن المرتفع (> ٧٠٪) وهذه المساحيق التى تبقى حرة الإنسياب نسبياً على درجات حرارة عالية وعادة غير شحمية يمكن إستخدامها كدهن تنعيم فى الخبيز أو الطبخ ودهون الخفق وكريمة الخفق. (محتوى الدهن من ٣٠ - ٦٥٪) أنتجت بنجاح لإستخدامها كأساس لمنتجات فى العقبة الفورية والفوقيات toppings المخفوقة.

الجيلاتى والموس والعقبة
ice cream, mousse & desserts

بدائل الجيلاتى بها كازينات صوديوم تعمل كمثبتات وتحسن خواص الخفق وتعطى جسماً. وهى تؤدى نفس الوظائف فى العقبة المجمدة وكذلك هى تعمل على الإستحلاب وتثبيت الرغوة وتكوين الفلم.

الجبن المقلد والمنتجات المشابهة للجبن
imitation cheese & cheese-like products

تصنع جبن التقليد أو الجبن المخلق من ماء وكازين (مثل كازين حمضى أو كازين الرينيت أو كازينات الصوديوم أو البوتاسيوم) ودهن نباتى ومثبتات ومستحلبات وهى بديل رخيص للجبن الطبيعى خاصة فى أماكن الأغذية السريعة وفى البيتزا المجمدة والهامبرجر. وأهم وظيفة لمنتجات الكازين فى هذا الإستخدام هو إعطاء الجسم المطلوب والقوام مع إستحلاب الدهن مع حواص ذوبان للجبن النهائى فى البيتزا.

أغذية الأطفال infant foods

الغرض هو إنقاص نسبة الكازين إلى بروتين الشرش بإضافة مسحوق الشرش. وقد أنتج محملاً كازين أزيل منه ٩٥٪ من الفينيل الانين لتغذية الأطفال الذين يعانون من الفينيل كيتونيوريا ويمكن إستخدامه فى معالجة الأطفال الذين يعانون من حساسية لبروتين اللبن الكامل. وتستخدم منتجات الكازين فى التقوية التغذوية للمشروبات والأغذية للأطفال.

الإفطار الفورى ومستحضرات الحمية التغذوية
instant breakfast & dietary preparations

الإفطار الفورى يتكون من مسحوق لبن فرز وسكروز وكازينات الصوديوم والفيتامينات والمعادن ونكهة ويقصد بها الخلط مع الماء لإعطاء إفطار سريع مع تغذية كافية.

والمستحضرات التغذوية يمكن أن تكون للناس الذين عانوا من مرض أو ضعف أو يريدون تحسين الصحة خاصة الرياضيين وقد ذكر أن حاملي الأثقال والسباحين إستفادوا كثيراً .

منتجات اللحوم meat products

اللحوم المفرومة comminuted meats

الغرض من إستخدام منتجات الكازين عادة كازينات صوديوم فى منتجات اللحوم المفرومة مثل السجق واللحم المفروم هو إستحلاب الدهن وربط الماء وتحسين التلازج وقد يضاف بروتين اللبن لإغراض تغذوية ويجب ألا تزيد الكمية عن ٥٪ من وزن اللحم بالقانون عادة.

البروتين المنسوج textured protein

حضرت من الكازين مشابهات اللحوم meat analogues - مع قوام يشابه لحم العضل من حيث الطبيعة الخيطية - بإستخدام تقنية غزل أو بإنتاج جل مشابه للحم ومضيغ. والعيب العام فى إستخدام الكازين فى هذا الشكل هو أنه عندما تسخن الألبان فى بيئة خَضِلَة moist فإنها تميل إلى الإنصهار معاً وتفقد تركيبها الخيطى/الليفى وهو السبب فى أن الكازين يكون كتلة لدنة ناعمة أو منصهرة فى إنتاج الجبن المطبوخ أو لدائن الكازين للزراير.

العجائن الغذائية pasta

يستخدم الكازين لتعزيز القيمة الغذائية فى العجائن الغذائية نظراً لإرتفاع نسبة الليسين به فيكمل الليسين المنخفض وكذلك الأحماض الأمينية عالية الكبريت فى القمح والبروتينات النباتية الأخرى الموجودة فى هذه المنتجات وقد يكون الكازين شبكة قوام فى العجائن الغذائية.

الأدوية pharmaceuticals

إستخدمت محملأت الكازين للتغذية الوريدية وفى تغذية المرضى بعد الجراحة وفى منتجات التجميل وفى معاجين الأسنان ومستخلصات الكازين إستخدمت لمعالجة ألم فى المفصل وقرح المعدة وفى تعزيز إمتصاص الكالسيوم والحديد وفى زيادة المناعة.

مواد البسط

قدمت مواد بسط ذات محتوى دهنى أقل لتحل محل الدهن التقليدى وإستخدم الكازين ككازينات صوديوم لتثبيت الوجه المائى ولتحسين القوام. كما إستخدم الكازين فى مواد بسط الجبن المعاد لنفس الأسباب الوظيفية.

الفوقيات المخفوقة whipped toppings

هذه تحتوى دهناً نباتياً وماءاً وكازينات صوديوم مع مكونات أخرى. وكازينات الصوديوم تستخدم فى تكوين فلم يصيد الغازات المهواة aerating gases كما تعمل فى كبسلة الدهن وكعوامل جسم وكمثبت.

وعادة لايدخل الكازين بنسبة أكثر من ١٠٪ من المنتج ولكن إذا إستخدم للتغذية فإنه ربما مثل نسبة جوهرية من كل وزن الغذاء. (Macrae)

الكاسافا cassava / manihot / yuca / tapioca

الإسم العلمى *Manihot utilissima*

الفصيلة/العائلة: سوسبية

Euphorbiaceae (spurge)
(Everett)

الكاسافا تتحمل التربة الفقيرة والظروف الجوية الشديدة وهى محصول أمان غذائى ومحصول إحتياطى للمجاعة. وهى تستطيع إستخدام إرتباط مابين ك٣ ، ك٤ فى التمثيل الضوئى photosynthesis والنباتات تستطيع مقاومة ٦ أشهر جفاف ولكنها لاتستطيع تحمل ظروف الفيضان أو الملوحة. والتكاثر بقطع من الساق تسمى وتد/سناد stakes.

الشكل الخارجى وتشريح جذر التخزين

جذر الكاسافا تشريحياً هو جذر حقيقى وليس درنة والجذر لايستطيع أن يخدم للتكاثر الخضرى ويختلف حجم الجذر مع الصنف وهو عادة مابين ١٥ – ١٠ سم فى الطول، ٣-١٥سم فى العرض وهو إسطوانى أو قمعى أو بيضاوى وألوانه من قهوى أو وردى أو كريم والقشر مغطى بلحاء بنى رفيع. واللُحْمَة parenchyma عادة بيضاء أو كريمة أو صفراء وتنتج النباتات ٥ – ١٠ جذور تزن من ٠,٥ – ٢,٥ كجم كل منها.

ويتكون الجذر من ثلاثة أنسجة: لحاء (الأدَمَة المحيطية periderm) والقشرة واللُحْمَة parenchyma. واللحمة هى الجزء المأكلة من الجذور الطازجة وتشمل تقريباً ٨٥٪ من الوزن الكلى وهى تتكون من أوعية زيلم موزعة قطرياً فى شبكة تحتوى خلايا النشا وحزم أوعية ليفية مركزية تصبح تدريجياً أكبر كلما نضجت الجذور وحزم وعائية أخرى قد تتكون خلال الجذر. وطبقة القشرة تحتوى نسيجاً خشبياً sclerenchyma ولُحْمَة لحائية cortical parenchyma ولحاء phloem وتكون ١٢٪ من وزن الجذر والأدمة المحيطية periderm مكونة ٢٪ أخرى.

الحصاد وتدهور الجذر والتخزين

الحصاد harvesting

جذر الكاسافا ليس له فترة محددة لأمثل نضج فالنبات الخشبى مستديم وترسيب النشا يستمر لعدة سنوات فى معظم الأنظمة البيئية وعلى ذلك فإن وقت الحصاد يحدد بعدة عوامل تتصل بالإنتاج والجودة (محتوى النشا ... الخ) وإحتياج المزارع للحقل والظروف الجوية وأسعار السوق. والجو يؤثر على محتوى النشا والقيمة الأكلية للجذور الطازجة وبالتالى تقبل السوق. والجذور المتروكة بعد الوقت الأمثل تستخدم فى تغذية الحيوان أو المعاملة الصناعية مما يعطى المزارع مرونة أكبر فى وقت الحصاد.

ومعظم الحصاد يدوى وأحياناً ميكانيكى وسهولة الحصاد تتوقف على الصنف ونوع التربة ومحتوى الرطوبة. والجزء الهوائى من النبات كثيراً مايزال قبل الحصاد وعند الحصاد فإن الجذور التى ستذهب إلى السوق الطازج تفرز بناء على الحجم إلى جزء تجارى وغير تجارى. وللمعاملة الصناعية تجمع كل الجذور.

التدهور deterioration

جذور الكاسافا لها أقصر عمر عن أي من محاصيل الأغذية الرئيسية فهي تصبح غير مأكلة في خلال ٢٤ - ٧٢ ساعة بعد الحصاد نظراً لعملية التدهور الفسيولوجي السريعة. وهذا التدهور عائق هام للمعاملة الصناعية للجذور الطازجة ولتسويقها إلى الأسواق البعيدة. وهذا التدهور يرجع إلى تخليق جديد *de novo* بعد الحصاد لمركبات فينولية بسيطة (كاتيكينات catechins وكومارينات وأنثوسيانينات عديمة اللون) والتي تتبلمر لتكون صبغات زرقاء وبنية وسوداء (تانينات مكثفة). وتجمع الكومارين وسكوبوليتين scopoletin سريع جداً ويصل إلى ٨٠مجم/كجم (ون جاف) في ٢٤ ساعة. والسكوبوليتين له إستشعاع أزرق شديد في الأشعة فوق البنفسجية ويمكن أن يخلط مع الافلاتوكسين ب١ ، ب٢ والتي لها إستشعاع أزرق وقيم لـ R_F مشابهة تحت بعض الأنظمة الكروماتوجرافية.

والتدهور الفسيولوجي السريع هو عملية أكسدة وجفاف الأنسجة خاصة عند مواقع الضرر الميكانيكي يشجع على بداية هذه الظاهرة. فيبتدىء تغير لون الأنسجة وتنبسط بسرعة خلال الجذر كله مبتدئاً في الجهاز الوعائي ولكن بعد ذلك في كل خلايا اللُحْمَة/البارنشيما. وبعد ثلاثة أيام بعد الحصاد تظهر حلقة من الأنسجة متغيرة اللون حول الجزء الخارجي للحمة وفي الحالات المتقدمة تظهر أنسجة لحمية مجففة بنية-بيضاء. وقد يتبع ذلك تدهور ثانوي ٥- ٧ أيام بعد الحصاد وهذا راجع إلى عدوى كائنات دقيقة للأنسجة المتضررة ميكانيكياً وينتج عنه نفس التغير اللوني النسيجي مع خطوط وعائية تنتشر من الأنسجة المصابة ثم يتبع تعفن وتخمر

التخزين storage

ظروف درجة حرارة مرتفعة (٣٠°م) ونسبة رطوبة عالية (٨٥٪) تعزز شفاء الجرح السريع للأنسجة المتضررة ميكانيكياً (المعالجة). فتحت هذه الظروف تتمركز العمليات الفسيولوجية الموصوفة أعلاه في جدار الجرح نفسه والأنسجة "المعالجة" تمثل حاجزاً لدخول الأكسجين وبذا تمنع أي تفاعلات أكسدة تؤدي إلى تكوين تانينات مكثفة. وتقليدياً جذور الكاسافا تحفظ في حالة طازجة بإعادة دفنها في التربة أو رمل خَضِل moist وتوضع الجذور في صناديق مع نشارة خشب خضلة وألياف جوز هند أو أي مواد موجودة محلياً. وحديثاً تعبئة الجذور في أكياس عديد إيثيلين (مع تخريمها أو بدونها) مع الحماية ضد الكائنات الدقيقة بإستخدام مبيد فطري أساسه ثيابندازول thiabendazole-based له سمية بسيطة. ومع هذه الطرق يحتفظ بجودة الجذور لمدة ٢-٣ أسابيع وبعد هذا الوقت يحدث تكسر للنشا معطياً سكريات حرة مما يعطي الجذور طعماً حلواً غير مقبول.

وللتصدير تغطى الجذور الطازجة بالبارافين مما يوفر حاجزاً مانعاً لدخول الأكسجين وبالتالي للتدهور. كما يُصَدَّر قطع مقشرة ومجمدة.

والجذور الطازجة يجب معاملتها خلال يومين من الحصاد لضمان جودة مقبولة وإتاء مقبول. فالنشا المستخلص من الحذور المتدهورة لونه بني خفيف

وله جودة وظيفية منخفضة ويقل إتاء النشا بمقدار ١٠٪ لكل يوم بعد اليومين الاصليين. وعند اللزوم يمكن تقطيع الجذور وتجفف في الشمس والقطع المجففة يمكن إستخدامها لإستخلاص النشا فيما بعد ولكن إتاء النشا وجودته تكون أقل.

التكوين الكيماوى لجذر الكاسافا

التكوين الكيماوى يظهر فى الجدول (١) والجدول (٢) يعطى محتواها من الفيتامينات والمعادن والسيانور.

الجدول (١): مكونات جذر الكاسافا.

المكون	اللُحْمَة	القشر
	٪ من الوزن الجاف	
مادة جافة (وزن طازج٪)	٢٣-٤٤	١٥-٣٤
النشا	٧٠-٩١	٤٤-٥٩
سكريات كلية	١,٣-٥,٣	٥,٢-٧,١
الياف خام	٣,٠-٥,٠٠	٥,٠-١٥,٠٠
رماد	١,٠-٢,٥	٢,٨-٤,٢
بروتين	١,٠-٦,٠٠	٧,٠-١٤,٠٠
دهن	٠,٣-١,٥	١,٥-٢,٨

والمحتوى من المادة الجافة يتراوح مابين ٢٠ - ٤٠٪ والنشا يمثل مابين ٧٠ - ٩٠٪ من المادة الجافة والأرقام المتوسطة تقع مابين ٨٠ ، ٨٥٪ والكربوايدرات الكلية بما فيها النشا والسكريات الحرة ومكونات السيليولوز والهيميسيليولوز معاً تكون ٩٠٪ من الوزن الجاف للحمة parenchyma ومحتوى البروتين منخفض (٢٪ من الوزن الطازج) وكذلك الدهون والرماد. ومحتوى الألياف يختلف ويزيد مع عمر النبات. والتغيرات فى السيانور كبيرة فى اللحمة ٣٠-١٠٠ مجم/كجم للأصناف منخفضة السيانور والأصناف المرة ١٣٥٠ مجم/كجم وهذه تستخدم فى المعاملة.

جدول (٢): محتوى الكاسافا من الفيتامينات والمعادن والسيانور.

المكون	اللُحْمَة	القشر
	مجم/كجم وزن الجاف	
السيانور الكلى	٣٠-١٣٥٠	٦٠-٥٥٠
كالسيوم	٤٨٠-٩٢٠	-
فوسفور	٧٧٠-١٥٠٠	-
بوتاسيوم	٦٠٠٠-١٠٠٠٠	-
حديد	٥-٢٥	-
فيتامين أ	صفر-٧٠	-
فيتامين ج	٣٨٠-٩٠٠	-

يوجد الإختلاف فى التكوين الكيماوى بين أصناف الكاسافا وداخل الأصناف نفسها ويتوقف على عمر النبات وظروف البيئة والضغوط الحيوية. فقد تنخفض نسبة المادة الجافة فى اللحمة من ٣٥ إلى ٢٨٪ بعد الجفاف الذى يعقبه سقوط أمطار. وتحت هذه الظروف يحلمىء النشا سريعاً إلى سكريات حرة خاصة السكروز والتى يستخدمها النبات لإبتداء نمو الخضرة. وهذه التموجات فى جودة الجذور يجب أخذها فى الإعتبار فى وقت الحصاد لكل من الإستهلاك المباشر والمعاملة.

السيانور فى جذر الكاسافا

كل أنواع الـ *Manihot* تحتوى سيانورا وهو يُخلَّقْ فى الورقة وينقل إلى الجذور حيث يوزع مابين اللحمة والقشر و ٨٥٪ من السيانور هو سيانوجلوكوسيدات أساساً ليناميارين linamarine والذى يكسره الإنزيم ليناماراز linamarase الذى يوجد فى أنسجة الكاسافا. وفى الجذور الكاملة يوجد اللينماراز فى جدر الخلايا أما اللينامارين فيوجد فى فجوات الخلية. وهذا يمنع تكون السيانور الحر ولكن بالمعاملة فإن تمزق الأنسجة يجعل الإنزيم يتصل بمادة التفاعل مع إنتاج سريع للسيانور الحر خلال سيانهيدرين cyanhydrin غير ثابت.

وتختلف أصناف الكاسافا فى محتواها من السيانور وبالرغم عن أن المحتوى يتغير كثيراً فيمكن التفرقة مابين صنفين فى العالم: صنف منخفض السيانور وصنف عالى السيانور. وتسمى الأصناف منخفضة السيانور كثيراً حلوة وهذه تزرع للإستهلاك الطازج أو المعاملة البسيطة أما الأصناف عالية السيانور فتسمى مرة bitter ولو أن المركبات الفينولية المشتملة على التدهور الفسيولوجى يمكن أن تنتج مذاقاً مراً. وهذه تزرع للمعاملة لإنتاج الفارينها farinha فى البرازيل والجارى gari فى أفريقيا.

والسيانور مركز فى قشر الجذر خاصة فى الأصناف منخفضة السيانور حيث نسب القشر : الجذر ٤٠ : ١ فقد توجد فى الأصناف عالية السيانور فنسب ١,٦ : ١ عادية. وعلى ذلك فإستخدام جذور كاملة أو مقشورة للمعاملة قد ينتج تغيرات كبيرة فى محتوى المنتج النهائى من السيانور وفى أنسجة لحمة الجذور السيانور الحر - سيانور الأيدروجين (يدك ن HCN) + السيانهيدرين - يكونان ١٥٪ من السيانور الكلى والباقى متحد فى اللينامارين أو اللوتو سترالين lotaustralin وكل أصناف الكاسافا المعروفة حتى الآن تحتوى سيانوراً.

النشا starch

حبيبات نشا الكاسافا مستديرة مع نهاية مقطوعة وسرة محددة جيداً. وحجم الحبيبة مابين ٥، ٣٥ ميكرومتر. والنشا له نموذج حيود أشعة س نوع أ A-type وهذا مميز للحبوب وليس نوع ب B-type الموجود فى الجذور الأخرى ونشا الدرنات. وطيف نوع ج C-type المتوسط مابين أ A ، ب B وجد أيضاً. والجزء غير الجلوكوسيدى لنشا الكاسافا منخفض جداً ومحتوى البروتين والدهن أقل من ٠,٢٪ وعلى ذلك فليس هناك تكون لمعقد أميلوز مع الدهون فى النشا الطبيعى. وذكرت محتويات اميلوز من ٨ - ٢٨٪ ولكن معظم القيم تقع مابين ١٦ - ١٨٪.

ونشا أنواع الكاسافا يظهر تغيرات مابين الأصناف وهو يشبه النشا عالى الأميلوز والنشا يتجلتن على درجة حرارة منخفضة نسبياً فالجلتنة الأصلية والنهائية تحدث على ٦٠°م ، ٨٠°م بالتتابع. وقيمة اللزوجة عالية ويتوصل إليها بسرعة خلال دقيقتين. وعند درجات حرارة عالية تنقص لزوجة النشا كثيراً ثم تزيد اللزوجة ثانية عند التبريد (إرتداد setback) ثم تبقى ثابتة. ونشا الكاسافا له ميل للإنتكاس منخفض low retrogradation

(أي اللزوجة تبقى ثابتة بعد فترة التبريد) وتنتج جلاً رائقاً وثابتاً جداً. وقوة الإنتفاخ للنشا عالية جداً أيضاً فـ ١٠٠جم نشا جاف يمتص ١٢٠جم ماء على ١٠٠°م. وعند هذه الدرجة أكثر من ٥٠٪ من النشا ذائب.

❖ الإستخدام كمادة خام

الإستعمال كغذاء رئيسى

الجذور المقشورة والطازجة تغلى لمدة ١٥ – ٣٠ق وحدها أو مع مكونات أخرى فى شوربة و هذه يمكن تحميرها. والجذور الخام أو المغلية يجب أن تكون طرية لها قوام دقيقى ولكن أحياناً يكون لها قوام صلب وزجاجى والسبب غير معروف والمذاق المر كثيراً مايكون بسبب السيانور المتبقى بعد الغليان ولو أن المواد الفينولية المشتركة فى التهدم الفسيولوجى يمكنها أن تعطى مذاقاً مراً. كما تستخدم أوراق الكاسافا فى أفريقيا وجنوب شرق آسيا.

التسمم السيانورى والمعاملة

تمزيق الأنسجة (بالقطع أو البشر أو التخمر) يقرب اللينامارازإلى اللينامارين ويخرج سيانور الهيدروجين (يد ك ن HCN). أما التجفيف الشمسى أو الغليان فأقل تأثيراً. تظهر علامات التسمم الحاد عندما يستهلك أكثر من ٣٠مجم على مدى ٢٤ ساعة والجسم يحتاج إلى دعم جيد من الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت لإزالة تسمم الثيوسيانات وإلا ظهرت مشاكل صحية. وتتدخل الثيوسيانات مع مأخوذ الغدة الدرقية لليود مما يؤدى إلى الدراق وفى الحالات الشديدة القِماءة cretinism كما ينتج شلل فى الأرجل.

اللينامارين إذا وصل الأمعاء يتكسر بإنزيمات الكائنات الدقيقة أو بواسطة اللينامارازوهذه العملية غير كاملة لأن اللينامارين يمكن أن يوجد فى البول.

نظرة عامة على معاملة الكاسافا

معاملة الكاسافا لها عدة أغراض: ١-إنتاج ناتج أكثر ثباتاً يمكن تخزينه لمدد طويلة بدون تغير فى الجودة أو تهدم. ٢- خفض محتوى السيانور إلى مستوى غير ضار. ٣- تقليل مصاريف النقل. ٤- إيجاد إختلافات فى الإستعمال الغذائى للكاسافا مما يوسع السوق. ٥- إعطاء الصناعات الغذائية والصناعات الأخرى مادة خام رخيصة الثمن للإستخدام.

والجذور يمكن أن تعيش أو تقطع والجذور المبشورة قد تضغط لإزالة الماء الزائد ثم تحمص لإعطاء دقيق يسمى فارينها farinha أو خبز مسطح يسمى كاساب cassabe. وهذه أغذية رئيسية فى أمريكا الجنوبية أما إذا كان هناك مرحلة تخمر بإستخدام الجذور المقشورة فالناتج يعرف بإسم جارى gari وهو غذاء أساسى فى غرب أفريقيا والبديل إستخلاص النشا من الجذور المبشورة وتجفف مباشرة أو تخمر لإنتاج نشا محور (نشا حمضى sour). وشيبس الكاسافا يجفف عادة شمسياً لإنتاج جابلك gaplek وتستخدم لإستهلاك الإنسان فى أندونيسيا والحيوان فى

أمريكا اللاتينية والأجزاء الجذرية الكبرى تجفف شمسياً فى أفريقيا.

ويمكن إنتاج دقيق كاسافا عالى الجودة من الجذور المغسولة أو المقشورة والمقطوعة إلى شيبس والمجففة شمسياً على صوانى أو صناعياً لتجنب التلوث بالكائنات الدقيقة. وهذا الدقيق يمكن أن يحل محل دقيق القمح. وقطع الكاسافا تحمر فى أفريقيا وتجفف لإعطاء دقيق يسمى لافون lafun وفى أندونيسيا قطع الجذور تحمر باستخدام ملقح من *Amylomyces* ، *Endomycopsis* لإنتاج ناتج خَضِل يسمى تابى tape. أما فى أفريقيا فالجذور الكاملة تعطن rotted وتبشر وتغلى لإنتاج عجين متخمر يسمى تشيكوامجوى chickwangwe أو فوفو fu-fu.

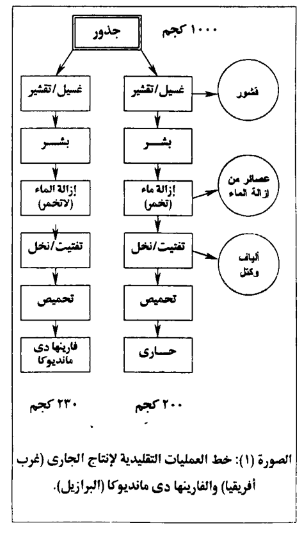
ويوجد الآن عمليات على نطاق كبير لإنتاج النشا والفارينها farinha.

المنتجات الهامة

جارى gari

هو جريش كاسافا مخمر ومطبوخ ومجفف فى غرب أفريقيا. وهو ثابت ومعد للأكل فيستهلك مع صلصة الخضر واللحم كما يمكن أكله كأكلة خفيفة منقوعاً فى الماء أو اللبن مع السودانى (المحمص) أو جوز الهند وهو يعطى ٦٠٪ من السعرات الكلية فى غرب أفريقيا حيث يستهلك الشخص فى اليوم ١٥٠ جم.

وفى تحضير الجارى gari التقليدى (الصورة ١) تقشر الجذور باليد وتبشر إلى لب باستخدام صفيحة حديد مخرمة حادة. وهذا اللب أو الهريس يوضع فى أكياس خيش تحت أثقال ثقيلة لعصر الماء الزائد ويترك الهريس ليتصفى لمدة ١-٦ أيام وأثناء ذلك يعمل التخمر الطبيعى. والكيكة المضغوطة تقطع باليد ثم تحك خلال منخل من أوراق النخيل لإزالة الألياف والكتل الكبيرة وهذا الهريس المنخول يحمص (garified) فى أوعية طمى أو حديد على نار حتى يتجلتن النشا وينخفض محتوى الرطوبة إلى ١٠ - ١٥٪ وهو يجب أن يقلب باستمرار لتجنب الإلتصاق أو الإحتراق.



الصورة (١): خط العمليات التقليدية لإنتاج الجارى (غرب أفريقيا) والفارينها دى مانديوكا (البرازيل).

وقد يضاف زيت النخيل لتسهيل هذه العملية ولأنه يعطى لوناً أصفر إلى الناتج النهائى.

ويحدث إختلاف كبير فى جودة الجارى gari ومن الصعب تحديد قيم مثلى لمعالم الجودة المختلفة. ولكن المفضل هو منتج قصيف حبيبى دقيق وحمضى قليلاً مع قوة إنتفاخ فى الماء ولون محمص خفيف. وخطوة التخمر حرجة فى تكوين العبير المميز والنكهة الحمضية فى الجارى gari وهى تنتج عن بكتيريا حمض اللاكتيك والتى تعطى حمض لاكتيك ومواد متطايرة مثل الإلدهيدات واسترات ثنائى الأسيتيل والإيثانول. كما أن التخمر يساعد فى إزالة سمية الهريس بينما يسمح البشر بإتصال اللينامارازبمادة التفاعل السيانوجلوكوسايد وينتج يد ك ن HCN أثناء التخمر وينزل $ج_{يد}$ من ٦,٨ إلى ٤,٥ بعد ٢٤ ساعة من التخمر. ولأن السيانوهيدرين كمركب متوسط ثابت فى الظروف الحمضية وأيضاً نقص نشاط اللينامارازفإن أقل كمية من السيانور الحر تنتج ويتجمع السيانهيدرين فى الهريس المتخمر. ويحدث إزالة السمية للهريس عن طريق: ١- التحليل الإنزيمى للسيانوجلوكوسيدات. ٢- إذابة السيانور فى الماء الذى يزال بعد ذلك. ٣- تطاير السيانور الحر أثناء التحميص garification على درجات حرارة أعلا من ٢٦°م. وجميع هذه الطرق ليست كافية لإزالة السيانور من الناتج النهائى فمحتوى السيانور يكون حوالى ١٥-٣٣ مجم/كجم مع ٥ - ٢٥ مجم/كجم سيانور حر.

وخطوة التحميص garification ضرورية للحصول على جارى gari جيد وبه ٦٠ - ٨٠٪ من النشا مجلتن وهذا يحسن من هضمية النشا. والنشا لاتتم جلتنته بالكامل أثناء التحميص بسبب محتوى الرطوبة الأصلى المنخفض للهريس مزال الماء (٥٠ - ٥٥٪) ودرجات الحرارة المستخدمة (٦٠ - ٨٥°م). وتتقدم الجلفنة حتى تصل الرطوبة إلى ٤٠٪ وبعد ذلك يحدث فقط تجفيف. وكفاءة عملية التقليب اليدوى أثناء التحميص هى عامل آخر يؤثر على جودة الناتج النهائى.

فارينها farinha

فارينها دى مانديوكا farinha de mandioca هو طعام رئيسى فى البرازيل وعملية إنتاج الفارينها مشابهة لتلك الخاصة بالجارى (الصورة ١) ولكنها لاتشتمل على خطوة التخمر فتسير العملية من البشر مباشرة خلال خطوات الضغط والمنخل إلى التحميص كما تستخدم جذور مغسولة ولكن غير مقشورة والناتج النهائى يكون لذلك جريش كريمى/أصفر مع عدم وجود مذاق تخمر. والمحتوى الرطوبى مثله كما فى الجارى ولكن المتبقى السيانورى أقل (١٠مجم/كجم) وحيث أنه لايوجد أى تخمر فلا تكون الظروف حمضية والسيانهيدرين كمركب متوسط يتكسر إلى سيانور حر.

والفارينها جزء من الأطباق التقليدية فمع البقول تعطى قواماً ثخيناً كما تؤكل مع اللحوم ويوجد الآن مصانع لإنتاج فارينها تستهلك ٥٠ - ٢٠٠طن /يوم كما توجد مصانع صغيرة حوالى ٤٦٠٠٠٠ مصنعاً مما ينتج عنه إختلاف فى الناتج النهائى.

النشا starch

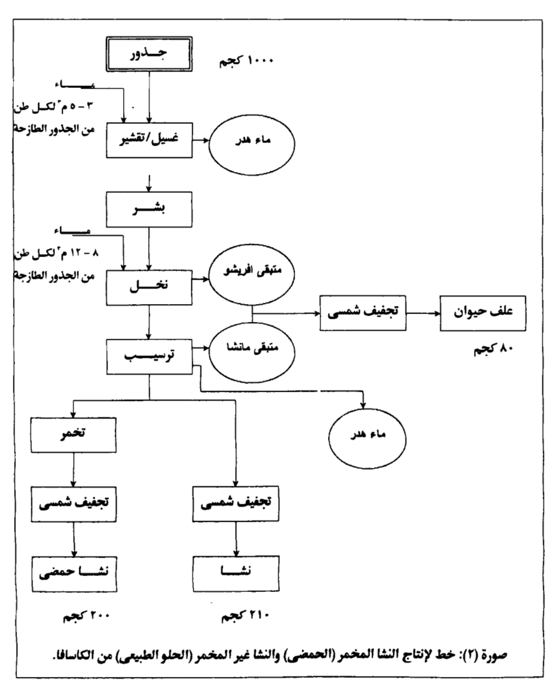
الكاسافا منتج جيد للنشا ولكن ٥٪ فقط من النشا فى التجارة العالمية هو من الكاسافا فيوجد مصانع جيدة فى البرازيل والصين وأندونيسيا كما يوجد مصانع أصغر فى جنوب وجنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية حيث تستخدم لعمل مدى متسع من المنتجات الغذائية التقليدية (تابيوكا أو ساجو فى الهند وكروبوك krupuk فى أندونيسيا وتشيبا فى باراجواى) وفى البرازيل وكولومبيا يخمر النشا الخَضِل قبل تجفيفه ويحصل على نشا محور طبيعياً له خواص وظيفية تتميز عن نشا الكاسافا الطبيعى وهو يستخدم فى خبز تقليدى (باندبونو pandebono وبان دى كويجو pan de queigo وبسكويكو biscoicho).

وتغسل جذور الكاسافا وتقشر وأحياناً يزال فقط اللحاء الخارجى ثم تبشر لإطلاق حبيبات النشا (الصورة ٢). ويستخلص النشا تحت ماء جار ويفصل من الألياف ومكونات الجذور الأخرى بالنخل screening. والنشا الصلب يفصل عن تقس النشا/الماء بالترسيب أو الطرد المركزى. والنشا الناتج يجفف إلى رطوبة ١٢ - ١٤٪ إما بالتجفيف الشمسى فى العمليات الصغيرة أو التجفيف الوميضى فى العمليات الكبيرة. وللحصول على نشا حمضى متخمر ويترك النشا المترسب فى التنكات لمدة ٢٠ - ٣٠ يوماً قبل التجفيف ومعدل إستخلاص النشا حوالى ١٨ - ٢٢٪ للمصانع الصغيرة ، ٢٠ - ٢٥٪ للمصانع الكبيرة ويتوقف على كفاءة العملية ومحتوى النشا الأساسى. وقد يفقد ٤٥٪ من نشا الجذور فى الماء المهدر أو يبقى فى القشر والألياف وهذا يجفف ويستخدم كعلف للحيوان. والماء المهدر قد يعطى مشاكلاً لوجود تركيزات من النشا والسيانور ولكن يوجد طرق بسيطة لمعاملته مائياً.

وفى الهند والبرازيل وماليزيا نشا الكاسافا الطبيعى المجفف جزئياً يستخدم فى عمل التابيوكا أو الساجو ويحبب النشا المُخَضَل الساكن على سطح هزاز ثم تعامل الكريات الناتجة الصغيرة أو تخمر لجلتنة الطبقات السطحية للنشا. والمنتج النهائى لآلىء التابيوكا tapioca pearls يستخدم فى عمل مختلف العقبات desserts. وفى أندونيسيا وماليزيا يخلط النشا الطبيعى مع الماء ونكهات وألوان والسمك أو الجمبرى وهذا العجين يعامل بالبخار ثم يجفف شمسياً لعمل كروبوك krupuk أو بسكويت مالح للجمبرى. وعندما تخمر فإنها تتمدد إلى عدة أمثال حجمها الأصلى.

والنشا الحمضى أو المختزل له قوة إمتداد ممتازة وحجم العجين المحتوى على هذا النشا يزيد كثيراً أثناء الخبيز. وكثير من العوامل تؤثر على قوة الإمتداد للنشا الحمضى بما فيها الظروف البيئية وصنف الكاسافا وجودة المياه. وتنتج الكائنات الأميلوليتية سكريات مختزلة أثناء التخمر والتى تستهلك مباشرة بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك لإنتاج أحماض عضوية (لاكتيك وبروبيونيك وبيوتريك وخليك وثانى أكسيد كربون). ومحتوى حمض لاكتيك عالى فى النشا الحمضى يرتبط مع قوة إمتداد جيدة وجودة جيدة للمنتج النهائى المخبوز. وفعل الإنزيمات الأميلوتية وتحميض وسط التخمر (جـ يـد ٣,٢) ينتج عنه لزوجة أقل ويحسن

سهولة الخبيز ونقصان مقدرة تكويـن الجـل للنشـا الحمضي مقارناً بنشا الكاسافا الطبيعـي. وأثنـاء خبيز العجـائن المحتويـة علـى النشا الحمضـى فـإن فقـد الرطوبـة (من ٥٠٪ إلى ٨ – ١٢٪) مع تبخر حمـض اللاكتيك وثانى أكسيد الكربون ينتج عنه زيـادة فـى قوة الإمتداد ونقص فى مقدرة تكويـن الجـل معطياً المنتج النهائى قوامه المميز.



صورة (٢): خط لإنتاج النشا المخمر (الحمضى) والنشا غير المخمر (الحلو الطبيعى) من الكاسافا.

الدقيق flour

فى كثير من مناطق أفريقيا وأندونيسيا تقطع جذور الكاسافا إلى قطع وتجفف شمسياً ثم تطحن إلى جريش خشن أو دقيق وهذا الدقيق يعمل كأساس لإنتاج عدة أطباق. وشيبس الكاسافا يطحن إلى جريش والذى يحول تحت بخار وضغط إلى قريصات صلبة وتستخدم الكاسافا المجففة كعلف للحيوان.

تتطلب عملية إنتاج دقيق كاسافا عالى الجودة إستخدام جذور نظيفة مع إزالة اللحاء. وإزالة القشرة إختيارى. وتقطع الجذور وتجفف شمسياً على صوانى أو تجفف صناعياً (٦٠°م لمدة ٨ - ١٠ ساعات) للحصول على منتج صحى والشيبس المجففة وبها ١٢٪ رطوبة يمكن أن تنقص فى الحجم بطحن مبدئى premilled بكفاية للسماح لها أن تدخل فى طواحين دقيق القمح ذات الإسطوانات القياسية. ومعدلات تحويل زيادة عن ٩٠٪ يمكن الحصول عليها بهذه الطريقة مقارنة بـ ٧٢٪ لحبوب القمح. وإذا لم تقشر الجذور قبل القطع والتجفيف فإن القشر وأجزاء الألياف يمكن إزالتها بكفاءة أثناء الطحن والتدريج. ومعدل تحويل من ٣ : ١ ممكن مع دقيق الكاسافا مقارناً بـ ٤,٥-٥ : ١ مع النشا. والتكوين التقريبى للدقيق هو: رطوبة ١٢٪ وكربوايدرات ٧٥٪ وبروتين ٣٪ وألياف ٥٪ ودهون ٢٪. ومحتوى السيانور الكلى يجب أن يكون أقل من ٥٠مجم/كجم.

و٤٠- ٥٠٪ إستبدالاً للكاسافا بدلاً من دقيق القمح أنتج بسكويتاً ذى قوام أحسن ولون يقارن للمنتج من ١٠٠٪ دقيق قمح. (Macrae)

والأسماء: بالفرنسية manioc/cassave، وبالألمانية Maniok، وبالأيطالية manioca، وبالأسبانية mandioca. (Stobart)

كاشم رومى/ أنجدان رومى
(garden or Italian) lovage

الإسم العلمى *Levisticum officinale (is)*

الفصيلة/العائلة: المركبة (شهابى) (Compositae)

الخيمية (Umbelliferae (Everett

بعض أوصاف

تصل الشجرة إلى ٣-٦ قدم والأوراق الخضراء اللامعة تنقص فى الحجم كلما إرتفعنا إلى قمة النبات والأعلا أحياناً غير مقسمة والوريقات ضيقة أو عريضة covedge-shape وأعلا من المتوسط مفصصة أو مستقيمة. والخيمة ١,٥ - ٤ بوصة فى العرض والأوراق بعضها ثمار مبططة قليلاً أو فى شكل القارب ومضلعة طولياً وعبيرية وعادة يشار إليها بالبذور وهى تستخدم فى الحلويات والأوراق تسلق وتؤكل والجذور والأجزاء الأخرى لها نكهة الكرفس. (Everett)

الإستخدام

تستخدم طازجة أو مجففة بكميات محدودة فى تتبيل السلطات والحساء والصلصات واللحوم والأسماك بإضافة بضع أوراق أو قطع من الجذر. وتجفف بتعليق العشبة فى الهواء فى الظل إلى أن تجف جيداً ثم تقطع الأوراق وتخزن فى إناء محكم.

ولتجفيف الجذور وهى ذات عبير أقوى تخرج من الأرض قبل موعد الجليد وتغسل وتنظف جيداً وتقطع إلى شرائح رقيقة ويمرر فيها خيط كالسبحة وتجفف فى الهواء وتخزن بعد ذلك فى إناء محكم وقد يعمل منها مسحوق.

وهى تدر البول وتستخدم فى الحمية الغذائية لأمراض الكلى. (الشهابى وأمين رويحة)

والأسماء: بالفرنسية livèche، وبالألمانية Liebstüchel، وبالإيطالية levistico، وبالأسبانية ligiústico. (Stobart)

كاشو/ بلاذر أميريكى
cashew nuts & cashew apples

الإسم العلمى *Anacardium occidentale*

الفصيلة/العائلة: بطمية Anacardiaceae

بعض أوصاف

تصل الشجرة إلى ١٣ متر مع قمة عريضة جداً وأوراقها جلدية خضراء والأزهار صغيرة صفراء إلى حمراء محمولة على عساليج مفتوحة. والثمرة الخفيفة نُقل له شكل الكلوة وفى قشرة صلبة وخضراء مبدئياً ثم تتحول إلى بنى رمادى وتنمو إلى ٣سم أو أكثر والسويقة تتضخم - مع نضج النُقل - لتكون ثمرة كاذبة شكلها كالكمثرى ولها جلد ناعم وعصيرية وغضة ولونها أحمر براق أو برتقالى أو أصفر أولها درجتان فى اللون. ووزن الثمرة الكاذبة يسبب أن النُقل يقع عند بلوغه النضج وزيت قلوى فى الخلايا المشابهة لخلية عسل النحل داخل القشرة ذات الطبقتين للنقل يحميها من آكلى التفاح. ولكن الزيت يعقد معاملة النقل وإستخلاص الحبة للإستخدام الغذائى. وهى تتطلب جواً إستوائياً أو تحت إستوائى وتصلح فى الأراضى الرملية وهى تقاوم الجفاف والملوحة.

والنقل يبلغ من ٣ - ٣٢ جم والتفاح معظمه برتقالى أو أصفر من ١٥ - ٦٥٠جم. وتفضل الأشجار الرفيعة المضمومة لأن الكاشو يحتاج إلى الأزهار والثمرة تحمل فقط فى المحيط الخارجى. فإذا زرعت الأشجار قريبة من بعضها البعض فإن الأفرع ستتداخل وتظلل بعضها البعض وتصبح هذه الأفرع غير حاملة وقد تموت. وفى بعض الأشجار النموات الجديدة حمراء أرجوانية وأخرى صفراء والأوراق الصفراء معرضة للأكل بالحشرات بينما الحمراء لأنها أغنى فى المركبات الفينولية تكون طبيعياً مقاومة للحشرات.

الحصاد والجفاف harvesting & drying

لاينضج المحصول مرة واحدة والحصاد قد يمتد على فترة ٤٠ - ٧٥ يوماً. والنقل مثالياً يجب أن يسمح له أن يقع مع التفاحة متصلة عندما يصبح كامل النضج ولايجب أن يهز. وهو يبقى على الأرض فى حالة جيدة لمدة ٢-٣ أيام وإن لم تكن ستستخدم فإنها تُلْوَى من على الشجرة وتترك على الأرض للماشية والخنازير لتأكلها. أما إذا أريدت لعمل المحفوظات فإنها تنقل إلى المصانع فينقل النقل لينشر فى الشمس ويجفف مع التقليب المستمر ثم تخزن والنقل المجفف جيداً يخزن لمدة ١ أو ٢ سنتين.

المعاملة processing

هناك طرق بدائية سابقة للتشقيق pre-cracking مثل غلي النُقل في براميل صلب أو تجفيفه في الشمس لمدة ٢-٣ أيام أو جعله يعرق في مخازن أسمنت لعدة أشهر. ولكن الفقد كبير بسبب الحشرات أو الفطر وقد تفتح بالأيدي الملفوفة في طبقات من اللدائن. ولكن هذا النقل يكون ملوثاً بسائل قشر الكاشو (س.ق.ك CNSL) حتى أنه لايصلح للإستهلاك. وخلال عدد من العمليات تُوصِل إلى تسخين النقل في حمام من الزيت على ١٨٨ - ١٩٤°م. ويمكن إستعادة الزيت وكان ذا جودة عالية.

كما أن النقل الخام المجفف يعامل بالبخار لتطرية القشر ثم يغذى إلى نبيطة يجرى إدارتها باليد والرحل في نفس الوقت وتقطع القشرة إلى نصفين والحبة تترك إما كاملة أو مقطوعة نصفين. وفي طريقة حديثة يستخدم النقل المجفف حيث ينظف ويخزن تبعاً للحجم ثم يبلل لمدة عدة أيام حتى يصل إلى نسبة الرطوبة المرغوبة ثم يحمص في سائل قشر الكاشو (س.ق.ك CNSL) الذى يطرد مركزياً لإزالة أى متبقى ثم يبرد ثم يفصل إلى ثمانية أحجام ثم يقطع النُقل بالمكن وتفصل القشرة من الحبة وتزال بأنابيب هوائية للإستخدام كوقود. ثم تجفف الحبوب لمدة ٤٨ ساعة في الشمس أو في أفران حتى تنكمش القصعة/القشرة وتزال ميكانيكياً. ثم يعاد ترطيب الحبة لمقاومة التكسير ثم تفرز إلى حبوب كاملة أو أجزاء. أما الحبوب التى لازالت بها قصعة/قشرة ملتصقة فتقشر باليد. واليابانيون يجمدون النُقل بدلاً من تحميصه قبل إزالة القشرة ولكن هذه أو أى طريقة أخرى لم تعطِ نتائج مثالية نظراً لإختلاف المادة الخام.

وفي الهند هناك مجفف حبوب كاشو مضبوط أليكتروني مع ضابط للوقت ومنبه لتجنب الإحتراق ومع ترطيب مضبوط لإنسياب الهواء وهو ينتج حبوباً عالية الجودة في ٦٠ - ٩٠ق.

الفحص والتدريج والتعبئة
inspection, grading & packing

قبل التصدير يحدث فحص لحبوب الكاشو وتقسم إلى عدة درجات وتعبأ في أوعية معدنية سعة ١١,٣ كجم تحت تفراغ ثم تحفظ في تخزين مبرد على درجة حرارة أقل من ٩°م. وللبيع بالتجزئة يحمص الكاشو في زيت زيتون أو سوداني أو أى زيت آخر ويعامل بلاصق وملح ثم يوضع في برطمانات زجاج أو علب وقد يحمص دون ملح. والدرجات العالية يوجد بها أقل قدر من الشقوق أو الحبوب المكسورة. وتستخدم الدرجات الأقل في المخابز ومصانع القَنْد.

تفاح الكاشو cashew apple

الأمريكيون واللاتينيون يستهلكون تفاح الكاشو manzana del marañon ولأنها ليفية فيعمل لها مساج ويعصر العصير في الفم لإطفاء الظمأ. والأنواع الأقل تؤكل مع ملح حتى لاتؤثر على الزور. وقد يعمل شرائح أو يعامل بالحرارة أو يعمل عصير أو شوربة فاكهة أو مربى أو جيلي أو عجينة أو تشطني. وأحسنها يحفظ كاملاً في شراب في برطمانات زجاجية ويقند الأقل جودة ويطبخ جيداً في شراب ثقيل حتى ينكمش جيداً ثم يجفف. وأحياناً يلف

فى سكر سترفيش. وقد وجد فى الهند أن حموضة عصير تفاح الكاشو وعقوله يرجع إلى ٣٥٪ تانين، ٣٪ مادة زيتية ويمكن أن تزال بالمعاملة بالبخار تحت ضغط لمدة ٥ - ١٥ ق وبالغسيل والعصير بعد ذلك يستخلص ميكانيكياً.

ويمكن إستخدام مكنة لسحق تفاح الكاشو ولتحرير العصير من العناصر غير المرغوبة قد يضاف سكر وحمض سيتريك للوصول إلى ١٥° بريكس، ٤٪ حموضة ثم يغلى العصير لمدة دقيقة واحدة ثم يعبزج أو يحفظ فى علب وحيداً أو مع عصائر أخرى. وقد يبستر العصير ذو اللب أو الرائق ثم تضاف المواد الحافظة ويعبزج ويصدر. والعصير غير المروق قد يركز ويعبزج كنكتار أو يحمد مركزاً. وقد يعمل من العصير خل. وكذلك قد يعمل منه نبيذ.

القيمة الغذائية لتفاح الكاشو ونقل الكاشو

هذه تظهر فى الجدولين (١، ٢).

سائل قشر الكاشو cashew nut shell liquid

هذا زيت سام مقاوم للحرارة والإحتكاك ويستخدم فى إستخدامات صناعية كثيرة. فى الطائرات والسيارات والفرامل وكعازل للأدوات الكهربية وفى البويات البحرية والراتنجات والورنيش والأسمنت الذى ينعقد على البارد وفى اللدائن فى القولبة وغيرها. والقصعة المزالة من حبوب الكاشو بها نسبة عالية من التانينات المكثفة (٢٥٪) والمستخلص إستخدم فى دبغ الجلد.

الأسماء: بالفرنسية noix d'acajou، وبالألمانية Elefantenlaus، وبالإيطالية noce d'anacarda، وبالأسبانية nuez de anacardia. (Stobart)

جدول (١): القيمة الغذائية لتفاح الكاشو.

المغذى	الكمية المتوسطة /كجم جزء ماكلة	المغذى	الكمية المتوسطة /كجم جزء ماكلة
المعذى بالجرام		حديد	٠,٠١
طاقة غذائية (سعر)	٤٦٠,٠٠	كالسيوم	٠,٠٤
رطوبة	٨٧١,٠٠		
بروتين	٨,٠٠	فيتامينات (مجم)	
دهن	٢,٠٠	ريتينول	٠,٤٠
جليسيدات	١١٦,٠٠	فيتامين ب١	٠,٣٠
ألياف	١٥,٠٠	فيتامين ب٢	٠,٣٠
رماد	٣,٠٠	نياسين	٤,٠٠
فسفور	٠,١٨	حمض اسكوربيك	٢١٩٠,٠٠

جدول (٢): القيمة الغذائية لنقل الكاشو المحص فى الزيت والمحمص جافاً.

المغذى[١]	متوسط الكمية /كجم جزء ماكلة	
	محمص فى الزيت	محمص جافاً
تقريبى		
الماء (جم)	٣٩,١	١٧,٠
طاقة (سعر)	٥٧٦٠	٥٧٤٠
(كيلوجول)	٢٤٠٩٠	٢٤٠٢٠
بروتين (ن × ٥,٣)	١٦١,٥	١٥٣,١
دهن (جم)	٤٨٢,١	٤٦٣,٥
كربوايدرات (جم)	٢٨٥,٢	٣٢٦,٩
ألياف (جم)	١٢,٧	٧,٠
رماد (جم)	٣٢,١	٣٩,٥

تابع (جدول ٢)

المغذى [أ]	متوسط الكمية /كجم جزء مأكلة	
	محمص في الزيت	محمص جافاً
معادن (مجم)		
كالسيوم	٤١٠	٤٥٠
حديد	٤١	٦٠
مغنيسيوم	٢٥٥٠	٣٦٠٠
فسفور	٤٢٦٠	٤٩٠٠
بوتاسيوم	٥٣٠٠	٥٦٥٠
صوديوم [ب]	١٧٠	١٦٠
حارصين	٧٤,٥	٥٦,٠
نحاس	٢١,٧	٢٢,٢
منجنيز	٨,٠٧	–
فيتامينات [ج]		
حمض اسكوربيك	صفر	صفر
ثيامين (مجم)	٤,٣٤	٢,٠٠
ريبوفلافين (مجم)	١,٧٥	٢,٠٠
نياسين (مجم)	١٨,٠٠	١٤,٠٠
حمض بانتوثينيك (مجم)	١١,٩٠	١٢,١٧
بيريدوكسين (مجم)	٢,٥٠	٢,٥٦
فولاسين (ميكروجرام)	٦٧٧,٠٠	٦٩٢,٠٠
فيتامين $ب_{١٢}$	صفر	صفر
فيتامين أ	صفر	صفر
دهون (جم)		
أحماض دهنية مشبعة (كلية)	٩٥,٣٦	٩١,٥٧
٤ : صفر	–	–
٦ : صفر	–	–
٨ : صفر	١,٣٧	١,٣٢
١٠ : صفر	١,٣٧	١,٣٢
١٢ : صفر	٨,١٦	٧,٨٤
١٤ : صفر	٣,٦١	٣,٤٧
١٦ : صفر	٤٥,٢٦	٤٣,٥١
١٨ : صفر	٣٠,٩١	٢٩,٧٢

تابع (جدول ٢)

المغذى [أ]	متوسط الكمية /كجم جزء مأكلة	
	محمص في الزيت	محمص جافاً
وحيدة عدم التشبع	٢٨٤,١٥	٢٧٣,١٧
١٦ : ١	٣,٣١	٣,١٨
١٨ : ١	٢٧٨,٨٦	٢٦٨,٠٨
٢٠ : ١	١,٤٤	١,٣٩
٢٢ : ١	–	–
عديد عدم التشبع	٨١,٥٢	٧٨,٣٦
١٨ : ٢	٧٩,٦٨	٧٦,٦٠
١٨ : ٣	١,٦٧	١,٦١
١٨ : ٤	–	–
٢٠ : ٤	–	–
٢٠ : ٥	–	–
٢٢ : ٥	–	–
٢٢ : ٦	صفر	–
كوليسترول	–	صفر
فيتوستيرولات	–	١,٥٨
احماض أمينية (جم)		
تربتوفان	٢,٥٠	٢,٣٧
ثريونين	٦,٢٥	٥,٩٢
ايزولوسين	٧,٧١	٧,٣١
لوسين	١٣,٥٦	١٢,٨٥
ليسين	٨,٦٣	٨,١٧
ميثيونين	٢,٨٩	٢,٧٤
سستين	٢,٩٩	٢,٨٣
فينيل الانين	٨,٣٥	٧,٩١
تيروسين	٥,١٨	٤,٩١
فالين	١٠,٩٧	١٠,٤٠
ارجينين	١٨,٣٧	١٧,٤١
هستيدين	٤,٢٠	٣,٩٩
الانين	٧,٤٠	٧,٠٢
حمض اسبارتيك	١٥,٨٧	١٥,٠٥
حمض جلوتاميك	٣٨,٢٤	٣٦,٢٤

تابع (جدول ٢)

المغذى ١	متوسط الكمية /كجم جزء ماكلة	
	محمص في الزيت	محمص جافاً
جليسين	٨,٤٧	٨,٠٣
برولين	٧,٢٨	٦,٩٠
سيرين	٨,٦٩	٨,٤٩

أ: ٢٨ جم = تقريباً حبوب كبيرة ١٤، متوسطة ١٨ أو صغيرة ٢٦.

ب: القيمة لمنتج دون إضافة ملـح. المنتـج المحمـص فـى الزيت مع إضافة ملح يحتـوى ٦٢٦ مجم صوديـوم/١٠٠ جم، والمحمص جافاً يحتوى ٦٤٠ مجم صوديوم/١٠٠ جم.

ج: α-توكوفـيرول = ٠,٥٧ مجـم/١٠٠ جـم مـن المنتـج المجفف جافاً.

كافور camphor

الإسم العلمى *Cinnamomium camphore*

الفصيلة/العائلة: الغارية /الرندية Lauraceae (laurel)

الكافور والقرفة cinnamon هى نواتج هامة لهـذا الجنـس. ويحصـل علـى الكـافور مـن تقطـير قطـع الخشب والنبتات الصغيرة.

وهذه النباتات لها أوراق متبادلة أو عكسية والأزهـار صغيرة ثنائية الجنس وأحيانـاً أحاديـة ولهـا غـلاف زهرة perianth وأنابيب قصيرة ومقسمة لستة أقسـام تقريباً متساوية وهناك تسعة سداة فى ثلاث حلقات وحلقة من سداة عقيمة staminode وهناك قلـم واحد والثمار عنبية.

والكافور يصل إلى ٤٠ قدم وقد يصل إلى ١٠٠ قدم ولـه رأس كثيفـة ومنتشـرة وأوراق جلديـة متبادلـة وأسطحها العليا لامعة والسفلـى عليها حبب الثمـر وهـى تعطى رائحة الكـافور عنـد سـحقها والأزهـار صفراء والثمار سوداء تقريباً ٤/٣ بوصة فى العرض.

أنظر: قرفة

كاكنج winter cherry / ground cherry / alkekengi

الإسم العلمى *Physalıs alkekengi*

الفصيلة/العائلة: باذنجانية Solanaceae (nıght-shade)

هذا الجنـس *Physalis* له سيقان مستقيمة وأوراق متبادلة أو عكسية عير مقسمة وقد تكون مشعرة أو غـير ذات شعر والأزهار بيضـاء وصفراء مخضـرة أو صفـراء لها مراكز غامقة ولها كؤوس كبـيرة ورقيـة وفـى شـكل المثانـة وتحيـط بالثمـار. والثمـار عنبيـة مسـتديرة مخضرة أو صفراء.

والمصباح الصينى *P alkakengı* أزهارها كؤوسها مضلعة برتقالية-قرمزية إلى قرمزية وهـى مسـتديمة تزرع كحولية وينبسط سـاقها تحـت الأرض بشـدة. والكؤوس ألوانها براقة عند عقد الثمار والتى تبلـغ ٢ بوصة فى الطول وحوالى ٢ بوصة أيضـاً فـى العرض ومعلقة من الساق. أما *P peruvıana* - الكشـمش الشـائك الكـاب cape-goose berry فـهى ١,٠- ٣,٠ قـدم فـى الطـول مسـتديمة ولهـا أوراق بيضيـة عريضـة إلى بيضيـة ريشـية مشـعرة والثمـار الماكلـة محاطة بكؤوس مشعرة. أما فرولة الطماطم أو كريز الأرض *P prucnosa* فـهى شـتوية كثيفـة الشـعر الذى هـو رمـادى نـاعم فلـها أوراق بيضيـة إلـى قلبيـة الشكل مع هوامـش مسننة متموجة. والثمـار الماكلة صفراء أحلى من *P peruviana* وحـوالى

٤/٣ بوصة في القطر ويحيط الثمار كؤوس مشعرة.

والتوماتيلو tomatillo (P. ixocarpa) فهي إما متفرعة أو مستقيمة أو منتشرة ٣-٤ قدم في الطول بدون شعر تقريباً ولها أوراق مدببة لها سويقات طويلة بيضية مسننة أو غير مسننة ٢-٣ بوصة في الطول. والأزهار ٤/٣ بوصة أو أعرض لونها صفراء يانعة مع ٥ بقع بنية غامقة جداً. والمتك أرجواني والثمار ملتصقة جداً مغلفة في كؤوس محكمة القفل معرقة أرجوانية. (Everett)

وهي تعلب ويعمل منها مربى أو محفوظ ذو شراب.

و P. ixocarpa / الطماطم الصغيرة tomatillo وهي عديمة النكهة مالم تغطى لبضعة دقائق وتستخدم لعمل المربى والتشطني وفي عمل الجواكامول guacamole وهو هريس من الأفوكادو مع التشيلي ومنكهات أخرى. وهي كذلك تعلب.

(Stobart)

كاكي/ خرمسي

kaki persimmon / oriental or Japanese persimmon

الإسم العلمي	*Diospyros kaki* L.
الفصيلة/العائلة: ابنوسيات	Ebenaceae

بعض أوصاف

من فواكه المنطقة المعتدلة الخفيفة إلى تحت إستوائية متحملة وتتحمل درجات حرارة -٦,٦٧°م لفترات قصيرة وهي شجرة تعيش طويلاً إلى ٢٠٠ - ٣٠٠ سنة وتبلغ ٩ م في الطول و ٤,٥ متر في القطر والأوراق متبادلة مستطيلة بيضاوية ومتساقطة كالجلد ولها سطح أعلا ناعم أخضر وبني من أسفل ويصبح أصفراً أو برتقالياً أو أحمراً في الخريف.

والأشجار المدببة تحمل أزهاراً صفراء باهتة منفصلة ولها كأس أخضر ظاهر. والأشجار عديدة التزاوج تحمل أزهاراً أنثوية تعطي ثماراً عادية وتعطى أسدية زهرية في عناقيد من ثلاث والزهرة الوسطى تحمل زهرة لها مدقة وظيفية ومعظم الأصناف تعقد عذرياً ولكن أحياناً التلقيح يحسن إتاء الفاكهة.

وتقسم إلى النوع القابض والذى يجب أن يصبح اللحم فيه طرياً قبل أن يؤكل وغير القابض وهذا يمكن أكله مباشرة عندما ينضج ولكن يكون مازال متماسكاً وقصفاً مثل التفاح.

وتقسيم آخر للكاكي مبني على تغير لون اللحم عندما تكون البذور موجودة أو غائبة فإذا بقى لون اللحم عادى برتقالي-أصفر مع وجود البذر أو غيابه فهذا تلقيح ثابت أما إذا تكونت البذور واللحم أصبح مبقعاً ببقع بنية فهذا يعرف بتلقيح مختلف pollination variant وهو ماكلة. ولو أن اللحم غامق - حتى لو كان متماسكاً - وقد يسمى الكاكي الحلو sweet persimmon.

والنوع غير القابض يمكن إستخدامه طازجاً أو مجففاً ويخزن لمدة ٣-٤ أشهر. وكلا النوعين القابض وغير القابض يمكن تقشيرها وهي لازالت متماسكة وتجفف في مجففات. والفواكه المجففة سريعاً كشرائح رفيعة تحتفظ بلونها الطبيعي الأحمر البرتقالي بينما الفاكهة الكاملة إذا جففت بسرعة أقل تعطي راسباً سكرياً على السطح. والمنتجات

المجففة تخزن جيداً مع نكهة البرقوق والفواكه الكبيرة من النوع القابض تعتبر أحسن في التجفيف.

والإنقباض astringency في الفواكه القابضة القريبة من النضج ولكن لازالت متماسكة يمكن أن يزال بعدة طرق. فمثلاً التعرض لأبخرة الكحول أو تركيزات عالية من ك أ٢ أو الغمس في ماء الجير ولكن الفاكهة يكون لها عمر تخزين أقل. وإزالة الإنقباض يؤدى إلى تخثر التانين في الخلاط وهو ذائب ويمتص بالبروتين والمضغ وفعل اللعاب يطلق التانين والذى يمتصه اللسان مما ينتج عنه الطعم المر. والتانينات المؤكسدة تعطى لوناً بنياً للخلية كما يرى في اللحم الغامق "والتلقيح المختلف pollination variant" ويجعل هذه الأنسجة ماكلة وهى لازالت متماسكة. ويمكن وضع الكاكى القابض في صناديق ورق مقوى مبطنة بورق ثقيل ويرش عليه ١٥٠ – ٢٠٠ مل من ٣٠-٤٠٪ إيثانول فيختفى الإنقباض في ١٠ أيام. والفواكه المعاملة بالكحول أحسن جودة في القوام والنكهة إذا قورنت بالفواكه المعاملة بثانى أكسيد الكربون.

كما يمكن وضع الفواكه القابضة في كرتونات في حجر مغطاة باللدائن تحت جو مضبوط من ٩٠ – ٩٥٪ ك أ٢ لمدة ٢٤ ساعة على ٢٠ – ٢٥°م وبعد إزالتها إلى درجة حرارة الحجرة يختفى الإنقباض بعد ٣ – ٤ أيام.

وإزالة التانين يجرى أحياناً بتغطية الثمار قريبة النضج ولكن متماسكة وهى على الشجر بأكياس عديد إيثيلين ومعها ١ مل ٤٠٪ كحول إيثيلى وبعد ثلاثة أيام تزال الأكياس ويسمح للثمار بالنضج على الشجر وهى تفقد الإنقباض ولكن تكون لحماً بنياً.

ومن أنواع *Diospyrus* التى تحمل ثماراً ماكلة كاكى اللوتس *D. lotus* L. والكاكى الأمريكى *D virginia* L. وكاكى اللوتس يتحمل البرد ونشط متساقط وهو ثنائى المنزل تحمل عناقيد من ثمار مستديرة إلى مسطحة عند النهايتين وبنية غامقة إلى مزرقة ٢ – ٢,٥ سم في القطر وهى كثيرة البذور ويجب أن تصبح طرية قبل أكلها. الكاكى الأمريكى متوسط الحجم متساقط الأوراق وثنائى المنزل ويحمل ثماراً مستديرة مسطحة ٣-٤سم في القطر وقابضة حتى تصبح طرية وناضجة ولها نكهة مميزة.

ونوع إستوائى *D. dignya* Jecq يعطى ثمرة "سابوت سوداء" كبيرة مسطحة ومنبعجة عند النهايتين ١٠ – ١٥سم في القطر ولها لحم بنى غامق طرى ونكهة جذابة.

و *D. discolor* Wila هى تفاح فلنت أو مايولا ولها فاكهة بنية وزغبية.

وبعض هذه الأصناف تستخدم كأصول.

كَبَدَه

كَبِدُ liver

الكبد أكبر أعضاء الجسم المصمتة ويزن مابين ١٢٠٠– ١٥٠٠جم وهى تقسم إلى جزء إلى اليمين كبير وجزء أصغر إلى اليسار ولكن هذا ليس له أى معنى وظيفى لأن الدم الذى يصل إلى الفصين يكاد يكون متساوياً والدم يأتى من مصدرين:

الشريان الكبدى والوريد البابى. وإنسياب الدم الكبدى الكلى حوالى ١٣٠٠مل/ق وهو تقريباً ٢٥٪ من الدم القلبى المستريح والشريان الكبدى يعطى ٢٥ – ٣٠٪ من الدم بالحجم والوريد البابى منخفض الكثافة يعطى الباقى. والدم يترك الكبد خلال عدة أوردة كبدية تصفى مباشرة فى الوريد الأجوف الأسفل. ونظام الصفراء يجمع ويخزن ويركز الصفراء فى المرارة (الحويصلة الصفراوية) قبل توصيله إلى الإثنى عشر والمرارة تقع تحت الفص الأيمن الكبير.

ودور رئيسى للكبد هو تنظيم توصيل وإستخدام المواد المحتوية على الطاقة خلال الإشتراك فى تنظيمه لأيض الكربوايدرات والبروتين والدهن. وفى الجسم هناك توازن دقيق بين عمليات البناء والهدم وهذا ضرورى للمحافظة على دم متصل وكاف للوقود إلى الأنسجة خاصة النسيج المخى حيث يتعود الجسم على فترات من الكفاية النسبية مع فترات من الصيام. وهذه تسهل بثلاث عمليات: إعطاء طاقة من الغذاء المتناول لمقابلة طلبات الطاقة المباشرة؛ خزن إحتياطى الطاقة كحليكوحين فى الكبد والعضلات وفى نفس الوقت تعويض بروتين النسيج المفقود عند الوجبة الأحيرة؛ توجيه مواد طاقة غنية زائدة إلى جليسريدات ثلاثية للنقل إلى الأنسجة الدهنية للتخزين. وككل نسيج هذه العمليات الأيضية فى الكبد تتوقف على عدة عوامل منها تركيز مادة التفاعل الدائر وإنسياب الدم إلى النسيج ونفاذية الخلايا وآلية الدخول إلى طرق الأيض وتنظيمها الهرمونى.

والكبد هى الموقع الرئيسى لتخليق بروتين البلازما بما فيها الألبيوبين ، α، β جلوبيوليات وعوامل التخثر وبروتينات النقل. وهذه البروتينات لها أدوار هامة فى الإستتباب: تنظيم تخثر/تجلط الدم ووقف نزيف الدم؛ نقل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم وجعلها فى تركيزات مثلى وكذلك البيليروبين bilirubin والأحماض الدهنية والهرمونات. والألبيومين يساهم فى المحافظة على ضغط الورمى oncotic الغروى فى البلازما وبالتالى لضبط توزيع سوائل الجسم. وهناك علاقة دقيقة بين الكبد والأمعاء والعضلات بالنسبة لأيض الأحماض الأمينية والبالغ المتوسط يحول حوالى ٢٪ من كل بروتين الجسم أى حوالى ٢٥٠جم/يوم، والعضل كمصدر رئيسى وتعطى ١٤٠جم، والمأخوذ الغذائى يمثل ٩٠جم. ويصل إلى الأنسجة الطرفية بعد وجبة حوالى ٢٥٪ من الأحماض الأمينية والنتروجين الممتص فى مجرى الدم البابى لأن الكبد له مقدرة على تنظيم معدلات تخلق جليكوجين (من مصادر غير كربوايدراتية) ونقل الأمين، وبذا يتحور تكوين الأحماض الأمينية الدائرة فى البلازما فالأحماض الأمينية الأروماتية فينيل ألانين والتيروسين والميثيونين تؤيض تفضيلياً إلى يوريا بينما الأحماض الأمينية ذات السلاسل المتفرعة فالين ولوسين وأيزولوسين تستطيع تفضيلياً أن تصل إلى العضل الطرفى لتدخل فى البروتين. ووظيفة أساسية تخليقية للكبد هى تكوين أحماض صفراء من الكوليسترول وفرزها فى الأمعاء وبذا تولد إنسياب الصفراء وتسهل إستحلاب وإمتصاص دهن الغذاء.

والمواد الدائرة فى مجرى الدم التقسيمى تصل إلى الكبد بطريق الشريان الكبدى والشريان المساريقى mesenteric والكبد هو الموقع الرئيسى للتحول الأيضى ونزع سمية المركبات الداخلية بما فيها البيليروبين والأمونيا والدرقية والاستيرويد والهرمونات الأخرى وكذلك المركبات الغريبة الخارجية.

دور الكبد فيما بعد الإمتصاص

role of liver in postabsorptive events

خلال ٢٤ ساعة الشخص ذو كتلة الجسم المتوسطة يستخدم حوالى ٧٥٦٠ - ٨٤٠٠كيلو جول (١٨٠٠ - ٢٠٠٠ سعراً) تأتى من ٧٥جم بروتين (أساساً العضل) وحوالى ١٦٠جم من الجليسريدات الثلاثية من النسيج الدهنى وخلال هذا الوقت تطلق الكبد حوالى ١٨٠جم جلوكوز ٨٠٪ منها يتأكسد كلياً بواسطة الجهاز العصبى وأساساً المخ. والباقى يؤيض بالأنسجة التى يكون الجلوكوز مادة التفاعل المفضلة أى كرات الدم الحمراء والنسيج المكون للدم haemopoietic واللُبّ الكلوى renal medulla والناتج النهائى لهدم الجلوكوز هذا هو البيروفات واللاكتات التى يعاد دورانها إلى الكبد وتحول إلى جلوكوز. وهذا المكوك الكربونى - دائرة كورى Cori cycle - يعطى طريقاً لتوفير تخليق الجليكوجين (من مصادر غير كربوايدراتية) من البروتين.

ووجبة كبيرة مع محتوى كربوايدراتى جوهرى فإن الكبد يأخذ جلوكوزاً إستجابة لإفراز الأنسولين المتزايد وكبح الجلوكاجون. وهذا الجلوكوز يتحول إلى جليكوجين ويخزن وإذا كانت الوجبة بها محتوى كربوايدرات نسبياً منخفضة فالكبد يستمر فى إنتاح الجلوكوز إستجابة لمستويات الجلوكاجون المرتفعة بالرغم من الإستجابة العادية للأنسولين للغذاء. والأنسولين والجلوكاجون ينظمان التركيز داخل الخلايا لأدينوسين أحادى الفوسفات الحلقى (أ.أ.ف.ح cAMP) والذى بدوره يبتدىء تغيرات أنزيمية معقدة والتى تنظم تخليق الجليكوجين وتكسيره، وكذلك تكوين الجليكوجين (من مصادر غير كربوايدراتية) وفى شخص عادى فبعد تناول ١٠٠جم جلوكوز تحتفظ الكبد بحوالى ٦٠ - ٨٠٪ والباقى يذهب إلى الدوران التقسيمى systemic circulation. وتحتوى الكبد على ١٠٪ بالوزن من الجليكوجين (حوالى ١٥٠جم) أقل من متطلبات الجسم اليومية من الجلوكوز والتى تبلغ حوالى ١٨٠ - ٢٠٠جم وعلى ذلك فهى لاتستطيع إلا توفية المتطلبات على المدى القصير.

والنموذج التقليدى يقترح أن هدم النشا الحيوانى (إلى جلوكوز) glycogenolysis يمكنه المحافظة على الإستتباب للجلوكوز لمدة حوالى ١٨ ساعة فى صيام ثم يتبعه تخليق جليكوجين (من مصادر غير كربوايدراتية gluconeogenesis). وهذا التوجه الجديد ينشأ عن طريق عمليتين: إرتفاع نسبة الجلوكاجون : أنسولين والتى تزيد من تركيز أ.أ.ف.ح cAMP وزيادة الحلمأة الدهنية للأنسجة الطرفية مما يؤدى إلى تركيز أعلا للأحماض الدهنية الحرة فى الكبد وأكسدتها تعطى زيادة فى مولدات تخليق الجليكوجين (من مصادر

غير كربوايدراتية) مثل أسيتيل قرين إنزيم أ (أسيتيل قر أ CoA).

وفعل الأنسولين مع هرموناته المنظمة المعاكسة هى التى تنظم الأيض المتوسط لكل من الكبد والأنسجة الطرفية. والتنظيم التقسيمى لأيض البروتين والدهن خلال أفعال مختلفة هو الذى يؤثر على دفق البروتين والدهن إلى الكبد ويكمل آلية تنظيم الجلوكوز.

والفعل الكبدى للأنسولين يؤدى إلى حفظ الطاقة بجعل إتاحة الجلوكوز مثلى وإنقاص أكسدة الأحماض الدهنية - وبالتالى إنتاج أجسام كيتونية - وتحويل الأحماض الدهنية إلى جليسريدات ثلاثية للنقل إلى الأنسجة الطرفية حيث تخزن.

وفى حالة الصيام فإن الأنسولين يعدل من إنتاج جلوكوز الكبد بكبح هدم النشا أو زيادة تخليق النشا من مصادر غير كربوايدراتية. وفى حالة التغذية ترتفع نسب الأنسولين ويحدث تثبيط كلى تقريباً لهاتين العمليتين بحيث يهبط إنتاج جلوكوز الكبد إلى صفر. وهذا يتحقق بتثبيط الفوسفوريلاز والإنزيمات المخلقة للجليكوجين: كربوكسيلاز البيروفات وفوسفوإينول بيروفات الكربوكسى كيناز phosphoenol pyruvate carboxykinase وثنائى ١، ٦- فوسفات الفركتوز غالباً خلال تثبيط كينازات البروتين التى تعتمد على أ.أ.ف.ح cAMP. والأنسولين ضرورى أيضاً لوضع الجلوكوز الآتى خلال تعزيزة لنشاط الجلوكيناز وفسفرة الجلوكوز. وفوسفات ٦-جلوكوز المتكون يمكن أن يتبع عدة طرق أيضية متبادلة:

١- تكوين جليكوجين ويتبع تنشيط سينثاز الجليكوجين وهذه الخطوة تتوقف على حدود مقدرة خلايا الكبد على تخزين الجليكوجين. وزيادة فوسفات-٦-جلوكوز تحول إلى بيروفات والتى خلال فعل ديهيدروجيناز البيروفات وكاربوكسيلاز أسيتيل قرأ acetyl CoA تحول إلى تخليق أحماض دهنية.

٢- زيادة دفق فوسفات-٦-جلوكوز إلى محولة فوسفات خماسية السكر pentose phosphate shunt يزيد من إتاحة فوسفات نيكوتيناميد أدنين ثنائى النيوكليوتيد مختزل (ف.نك.أ.ثنا.نو.يد NADPH) لتخليق الأحماض الدهنية. والأحماض الدهنية تؤستر مع فوسفات-٣-جليسرول والذى يتكون خلال هدم الجلوكوز glycolysis. والجليسريدات الثلاثية الناتجة تدخل فى ليبوبروتين منخفض الكثافة جداً (ل.خ.ك.ج VLDL) ويفرز بواسطة الكبد إلى مواقع خارج الكبد للتخزين.

٣- ولما كان تخليق الأحماض الدهنية يُسَرِّع فإن أكسدتها وتحويلها إلى كيتونات ketogenesis يثبط. وأى خطوة لازمة لتخليق الأحماض الدهنية هى تكوين مالونايل قرأ malonyl CoA. ومستويات زائدة تثبط الإنزيم كونيتين أسايل ترانسفيراز I carnitine acyl transferase I والذى يسهل نقل الأحماض الدهنية كأسايل قر أ دهنى إلى السبحيات للأكسدة. وإذا لم يمكن

للأحماض الدهنية أن تتأكسد فهى تصبح متاحة للأسترة، وبجانب ذلك فإن أكسدة الأحماض الدهنية يمنع تكون الكيتونات نظراً لنقص مُوَلِّد الأسيتيل قر أ acetyl CoA.

الإستتباب للجلوكوز
glucose homeostasis

أثناء صيام قصير فإن إنخفاضاً فى تركيز جلوكوز الدم يتجنب بالسحب من مخازن الكبد الجليكوجينية. وأثناء الصيام طويل المدى أى التجويع فإن تخليق الجليكوجين يلعب الدور الجوهرى الهام فى المحافظة على تركيز جلوكوز الدم. وإذا كانت الطرق المنشطة أثناء صيام قصير تستمر خلال فترة من حرمان الغذاء الطويل فإن فقد بروتين الجسم لإعطاء جلوكوز يكون سريعاً جداً. ومع ذلك فمع جوع مطول يستطيع المخ أن يتعود تدريجياً على إستخدام أجسام كيتونية آتية من الدهن كبديل للجلوكوز. وخفض تكسر البروتين ينعكس على نزول فى نتروجين البول ومايواكبه من نقص فى تخليق الجليكوجين ينتج عن زيادة إستخدام للأجسام الكيتونية وهى لاتنقص فقط إحتياجات المخ للجلوكوز الآتى من البروتين ولكنها أيضاً لها تأثير مباشر على إنقاص إستخدام الجلوكوز بواسطة الأنسجة الطرفية ودفق الألانين من العضل.

الكوليسترول وأيض الصفراء
cholesterol & bile acid metabolism

الكبد له دور أولى فى أيض الكوليسترول داخل الجسم لأنها موقع معظم تخليق الكوليسترول الداخلى وهى تناول الكوليسترول الخارجى من الغذاء والأنسجة غير الكبدية والآتى بطريق ليبوبروتينات البلازما وهى العضو الوحيد الذى له القدرة على إفراز الكوليسترول من الجسم.

وخلايا الكبد لها القدرة على تخليق وأخذ الكوليسترول من بقايا الليبوبروتين. وضبط التغذية الخلفية السالبة لطريق تخليق الكوليسترول وضبط مجموع مستقبل سطح الخلية يضمن أن تجمع الكوليسترول داخل الخلايا لايحدث. وبعض الكوليسترول قد يفرز من خلايا الكبد فى ل.خ.ك.ج VLDL وهو أداة لنقل الجليسريدات الثلاثية إلى الأنسجة الدهنية. وبإزالة الجليسريدات الثلاثية فإن الليبوبروتينات تصبح أصغر وجسيمات غنية فى الكوليسترول، وليبوبروتينات منخفضة الكثافة (ل.خ.ك LDL) والتى تعرفها مستقبلات ل.خ.ك LDL على خلايا الكبد. وبعد الذاتية/ الداخلية internalization يطلق الكوليسترول من الليبوبروتين الممزق.

والمأخوذ اليومى الغذائى للكوليسترول يأتى أساساً من منتجات الألبان والبيض واللحم. والكوليسترول الآتى من دهن الغذاء مع الكوليسترول من الصفراء يؤخذ بواسطة خلايا الغشاء المخاطى لجدر الأمعاء مع ٣٠-٦٠٪ من الجميع تمتص أو يعاد إمتصاصها. وتزداد كفاءة الإمتصاص مع محتوى الدهن المشبع فى الغذاء. والكوليسترول الممتص يصل إلى الكبد فى بقايا نقيطات الدهن اللنفى/الدقائق الكيلوسية ويؤخذ بمستقبلات نقيطات اللنف الدهنى/الدقائق الكيلوسية.

وأحماض الصفراء الأساسية – حمض الكوليك والكينو دى أكسى كوليك – تخلق فى الكبد من الكوليسترول ومرتبطة مع الأحماض الأمينية التورين أو الجليسين لتكون أملاح الصفراء ثم تفرز بواسطة آلية نقل نشط إلى قنيات canalicule الصفراء وأخيراً إلى الأثنى عشر. وفى اللفائفى الأبعد distal ileum توجد آلية نقل عكسى حيث أملاح الصفراء يحافظ عليها بإعادة الإمتصاص بعد أن تؤدى وظيفتها الهضمية. والدورة داخل الكبد هى ذات كفاءة عالية فكل أملاح الصفراء تدار خلال الأمعاء مرتين تقريباً أثناء الوجبة مع قليل جداً يفقد حتى أن ٥٪ تحتاج إلى إحلال محل من تخليق حديد *de novo*. والنسبة الصغيرة التى تصل إلى البراز (حوالى ٤٪) تعمل عليها البكتيريا فى تجويف الأمعاء لإنتاج، بواسطة ٧ α هدركسلة، أحماض الصفراء الثانوية دى أكسى كوليك deoxycholic وليثوكوليك lithocholic. وكل أملاح الصفراء منظفات قوية تُذّوب الدهون بحصرها فى تجمعات أملاح صفراء لتكون تجمعات غروية/مُذَيْلة micelles. وهذه مركبة بحيث أن المجموعات غير المحبة للماء توجه إلى داخل التجمع الغروى الغنى فى الدهن بينما الأيدروكسيل المحب للماء (أيد OH) ومجموعات الكربوكسيل (ك أ أيد COOH) توجد على الخارج. والكوليسترول والليسيثين يفرزان إلى الصفراء ولكن إذا كان تركيزهما عالياً بالنسبة لأملاح الصفراء فإن الصفراء تصبح فوق مشبعة ويحدث توسيب للكوليسترول خاصة إذا كان هناك نواة لتكوين البلورات. وهذه حالة فسيولوجية مرضية لتكوين حصاوى المرارة. والنقل النشط لأملاح الصفراء هو الدافع الرئيسى لتكوين الصفراء وإفرازها. والفشل يؤدى إلى ركود الصفراء cholestasis داخل الكبد. ومساهمة ملح الصفراء المستقل فى إفراز الصفراء هو نتيجة لنقل الصوديوم النشط فى القنيات البعيدة مع البيكربونات التى تفرز فى القنيات/مسيلات ductules الصفراء الصغيرة تحت تنشيط الهرمون سيكريتين secretin. والكوليسيستوكينين cholecystokinin ينشط إنقباض المرارة gall bladder.

(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية foie، وبالألمانية Lebes، وبالإيطالية fegato، وبالأسبانية higado.

(Stobart)

كبد أوز مسمن foie gras

تسمن الأوز على غذاء غنى يشتمل بيضاً مغلى جيداً ولبن فرز وشعير وبطاطس ثم فى النهاية "يزغطوا" ذرة مغلية من خلال قمع. وهى تحفظ فى أقفاص صغيرة لعدم الحركة وهذا يسبب أن الكبد يصل إلى ١,٥ كجم وبه دهن كثير.

وأجزاء الكبد الصفراء تقطع وتزال وتنقع الكبد طول الليل فى ماء بارد ثم تنقل إلى توابل وبورت port أو قد تملح ويضاف إليها تابل ثم تترك. وتعجن وتزال الأنسجة الضامة ثم تترك طول الليل مقوعة فى مارينياد marinade من أرمنياك وكيرش وفلفل أفرنجى ثم تشق الكبد وتوضع قطع من الكمأ ثم يرش عليها ملح ثم تسحق وتغطى بعجين من الدقيق وتطبخ فى فرن فى حمام مائى لمدة من ٣٠ – ٨٠ق لحوالى ٥٠٠ جم كبد. ويجب ألا تصل

درجة حرارة الحمام إلى الغليان ومن الطبخ تبرد، وقد تعلب والعلب التى يسمح لهـــا باسم كبـــد أوز مســمن يجــب أن تحتــــوى ٨٠٪ كبــد أور. وموس دى فوا جرا mousse de foie gras يجب أن تحتوى ٥٥٪ دهن أقل جودة قليلاً. وقد تعمل من كبد البط foie gras de canard.

الكبر caper / capparis

الإسم العلمى *Capparis spinosa*

الفصيلة/العائلة: كبريات/كبرية Capparidaceae

(Everett)

بعض أوصاف

براعم الأزهار تخلل وتستخدم فى التنكية وبعضها يؤكل. ولها أوراق متبادلة غير مقسمة والأزهار وحيدة ولها أربع ونادراً خمس بتلات وسبلات وعديد من الأقلام. والثمار سوقية طويلة عنبية. وتوجد فى منطقة البحر الأبيض المتوسط.

ويصل *C. spinosa* إلى ٣ - ٤,٥ قدم وله أشواك معادة الإنحناء قصيرة. والثمار تفتح لتظهر لباً أحمر فاتح وبها بذور أرجوانية.

والبراعم يجب قطفها فى المرحلة الصح فى الصباح وبعد أن تذبل لمدة يوم تنظف جيداً بالماء وتوضع فى أوعية بها خل مملح ثم تدرج وتعبأ فى زجاجات وقد تملح بالملح الجاف.

وقد أستخدمت كتابل منذ آلاف السنين.

وصلصة الكبر تؤكل مع الحمل المغلى/مسلوق ومع أشياء أخرى. وقشر الليمون المبشور والثوم يتفق مع الكبد وتؤكل مع السمك وفى السلطة وكفاتحات شهية كما تؤكل مع المخلل والأنشوجة مع العشب ومع الدجاج والأرانب.

(Ensminger)

ومما يشبه الكبر الماهُوْدانة caper spurge (*Euphorbia lathyrus*) والــذى يخلــل ولـه نكهة تشبه الخردل وهى تذبل وتوضــع فى حـل به ملح.

والأسماء: بالفرنسية câpre، وبالألمانية Kaper، وبالإيطالية cappero، وبالأسبانية alcaparra.

(Stobart)

كبريت sulfur

هو عنصر غير معدنى يوجد منتشراً فى الطبيعة ويوجد فى كل حلية فى الجسم وضرورى للحياه نفسها فهو يوجد فى السيستين والسيستئين والميثيونين (أحماض أمينية) وفى الثيامين والبيوتين (فيتامينات) وفى اللعاب والصفراء وفى هرمون الأنسولين. وهو يمثل ٠,٢٥٪ من وزن الجسم (١٧٥ جم فى الشخص البالغ) و١٠٪ من محتوى المعادن فى الجسم.

الإمتصاص

يحدث فى الأمعاء الصغيرة ويدخل فى الدورة البابية ويخزن فى كل خلية فى الجسم مع التركيز فى أنسجة الجلد والأظافر. والزيادة منه تخرج فى البول والبراز، ٨٥ - ٩٠٪ من المفروز فى البول كبريت عضوى.

وظائف الكبريت

هو مكون ضرورى للأحماض الأمينية الميثيونين والسستين والسستينين وهو يوجد فى الكيراتين وهو البروتين الجشب فى الجلد والأظافر والشعر ويظهر أنه ضرورى لتخليق الكولاجين. وكمكون للبيوتين فهو هام فى أيض الدهن كمكون للثيامين والأنسولين. وهو مهم فى أيض الكربوايدرات كمكون لقرين إنزيم أ وهو مهم فى أيض الطاقة كمكون لبعض الكربوايدرات المعقدة. وهو هام فى الأنسجة الضامة المختلفة والأنسولين والجلوتاثيون وهما منظمان لأيض الطاقة يحتويان الكبريت. كما يرتبط الكبريت مع بعض المواد السامة مثل الفينولات والكريزولات وتحولها إلى مواد غير سامة تفرز فى البول.

علامات النقص

نقص الكبريت يظهر فى تأخر النمو بسبب علاقة الكبريت بتخليق البروتين

السمية

فيما عدا أيض أخطاء الولادة وهو قليل، فإن الكبريت غير المعدنى يمكن أن يكون خطراً إذا تناول الشخص كمية كبيرة منه.

مصادر الكبريت

الكبريت غير العضوى يستخدمه الإنسان بقلة وعلى ذلك فحاجة الجسم يقابلها معقدات عضوية خاصة الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت فى البروتين. ومحتوى الكبريت فى الأغذية فى البروتين يبلغ ٠,٤-١,٦٪ والغذاء المختلط يحتوى حوالى ١٪. والمصادر الجيدة هى الجبن والبيض والسمك والحبوب ومنتجاتها والبقول واللحم والنقل والدجاج.

(Macrae)

ثانى أكسيد الكبريت sulfur dioxide

غاز عديم اللون لايشتعل ينتج عن حرق الكبريت ورائحته نفاذة وفائقة. واستخدمه المصريون القدماء والرومان فى صناعة النبيذ وبذا استخدموا الخواص المضادة للكائنات. ويمنع تغير اللون الإنزيمى وغير الإنزيمى وهو يستخدم مع الفواكه والخضر المجففة لزيادة عمر التخزين والمحافظة على النكهة واللون وحمض الاسكوربيك والكاروتين.

كَبْسُولة

كَبْسَلَة

الكبسلة والإطلاق المنضبط فى حفظ الأغذية encapsulation and controlled release in food preservation

أولاً: فى السنوات الأخيرة كان هناك إتجاه لتقليل مستويات مضافات الأغذية وإن أمكن إحلال ماهى طبيعى مكانها فتم تطوير طرق لعزل وتنقية وتعريف المضافات من مصادر طبيعية. ولكن للأسف فإن كثيراً من المكونات الطبيعية أقل تأثيراً عن مثيلاتها الصناعية. وبذا فإن إستراتيجية حديثة وضعت لزيادة كفاءة ومدى تطبيق كثير من هذه المكونات الطبيعية وكان أحدها أنظمة

الكَبْسَلَة الدقيقة microcapsular وفيها يغلف المكون النشط في غلاف أو كَبْسُولَة.

أ- أساس الكَبْسَلَة basis of encapsulation

الكبسلة تقنية إستخدمتها صناعة الأغذية لأكثر من ٦٠ سنة. ويمكن أن توصف بأنها تغليف/تغطية أجزاء صغيرة من المكونات المرغوبة (مثل المُحَمِضَات، الدهون والمُنَكِهات)، أو تغطية مكون كامل (مثل الزبيب، النُقل ومنتجات الحلوى)، ويستخدم في هذا مع النوع الأول الكبسلة الدقيقة microencapsulation ومع النوع الثاني الكبسلة الكبيرة macroencapsulation. وعموماً فعلم الكبسلة يتعلق بتصنيع والتقدير التحليلي/الكمي وتطبيق المواد المُكَبْسَلَة.

ويرى البعض أنه من المهم التفرقة بين الكبسلة وحصر entrapment المكونات. فهم يرون أن الكبسلة يمكن أن تعرف بأنها عملية تكوين غطاء coating رفيع مستمر حول المُكَبْسَلات encapsulants (أي الجسيمات الصلبة solid particles ونقيطات السوائل أو خلايا الغاز)، والتي توجد كلها في داخل جدار الكبسولة كقلب للمادة المُكَبْسَلَة. وبينما الحصر/الإصطياد entrapment يشير إلى إصطياد/حصر المكبسلات في أو حول الشبكة الأم matrix (مثل جل، بلورة) وأن نسبة مئوية صغيرة من المكون المحصور يكون معرضاً عند سطح الجسيم، ولكن هذا لايكون كذلك للمنتج المُكَبْسَل. والمادة المحصورة عادة سائل ولكن يمكن أن تكون جسيم صلب أو غاز ويشار إليها بعدة أسماء مثل المادة القلب core material، الحمل payload، النشاطات actives، الملء fill أو الطور الداخلي internal phase. والمادة التي تكون الغطاء يشار إليها بمادة الجدار wall material، الصَدَفَة shell أو الغطاء coating.

ويرجع إستخدام الكبسلة في صناعة الأغذية إلى عدة أسباب:

١- الكبسلة/الحصر (الإصطياد) يمكن أن تحمي المادة القلب من التهدم بإنقاص نشاطها بتأثير عوامل البيئة الخارجية (مثل الحرارة ، الرطوبة، الهواء والضوء).

٢- التبخير أو معدل الإنتقال من المادة القلب core material إلى البيئة الخارجية يقل/ يتأخر.

٣- الخواص الفيزيقية للمادة الأصلية يمكن أن تحور أو تجعل مناولتها أسهل. فمثلاً المكونات السائلة يمكن أن تحول إلى جسيمات صلبة؛ التكتل يمكن منعه؛ المادة القلب يمكن أن توزع وتتجانس أكثر خلال المخلوط بإعطائها حجماً وسطحاً خارجياً؛ يمكن إنقاص الإسترطاب؛ يمكن تحسين خواص الإنسياب والإنضغاط؛ يمكن إنقاص التغبير dustiness؛ ويمكن تحوير الكثافة.

٤- يمكن أن يضبط tailor-designed إلى إما أن يطلق ببطء على فترة من الوقت أو يطلق عند نقطة معينة (أي يضبط الإطلاق لمادة القلب بحيث يحصل على التأثير اللازم حتى حدوث المنبه).

٥- نكهة المادة القلب يمكن أن تحجب.

٦- المادة القلب يمكن أن تخفف عندما تتطلب كميات صغيرة جداً فقط، ولكن يمكن الحصول على تشتت موحد فى المادة المضيفة.

٧- يمكن إستخدامها لفصل مكونات فى مخلوط، وهذه المكونات كانت ستتفاعل الواحدة مع الأخرى.

ب- منافع وأنواع الكبسولات الدقيقة
benefits & types of microcapsules

تعرف الكبسلة الدقيقة بأنها تقنية تعبئة المصغر in miniature للجوامد أو السوائل أو المواد الغازية فى كبسولات مختومة يمكنها أن تطلق محتوياتها بمعدلات مضبوطة تحت ظروف معينة. وهذه العبوات المصغرة وتسمى كبسولات دقيقة microcapsules قد تصل فى مداها من تحت ميكرومتر إلى عدة مليمترات فى الحجم ولها العديد من الأشكال المختلفة متوقف على المواد والطرق التى تستخدم فى تحضيرها. وعموماً فالكبسولة الدقيقة لها القدرة على تحوير وتحسين الشكل الظاهرى وخواص المادة وعلى الأخص فالكبسولة الدقيقة لها القدرة على المحافظة على المادة فى حالة مقسمة دقيقة وتطلقها عندما تتطلب الظروف.

والكبسولات الدقيقة تتيح لمعامل الأغذية طريقة يمكنها بها حماية مكونات الأغذية الحساسة، وتضمن ضد الفقد التغذوى، وتستخدم بطريقة أخرى مكونات حساسة، وتدخل آلية يحكمها الوقت فى الوصفات formulations، وتحجب أو تحفظ نكهات وعبير، وتحول سوائل إلى جوامد solids يمكن مناولتها. والمكونات المُكَبْسَلَة تسمح - بخواصها الفريدة - لتقنيى الأغذية بمرونة أكثر وضبط فى تطوير أغذية لها نكهة أكثر وأحسن ومقدرة أكثر لمقابلة توقعات مستهلك اليوم.

والخواص المختلفة للكبسولات الدقيقة والتى يمكن تغييرها لملاءمة تطبيقات المكونات المخصوصة تشمل: التكوين، آلية الإطلاق، حجم الجسيم، الشكل الفيزيقى النهائى والتكاليف. فقبل إعتبار الخواص المرغوبة فى المنتجات المُكَبْسَلَة فإن غرض الكبسلة يجب أن يكون واضحاً. وفى تصميم عملية الكبسلة يجب إعتبار الأسئلة الآتية:

١- ماهى الوظيفة التى يجب أن تؤديها المكونات المُكَبْسَلَة للناتج النهائى؟

٢- ماهو نوع مادة التغطية التى يجب إختيارها؟

٣- ماهى الظروف التى يجب للمكونات المُكَبْسَلَة أن تبقى بعدها قبل إطلاق مكوناتها؟

٤- ماهو التركيز الأمثل للمادة النشطة فى الكبسولة الدقيقة؟

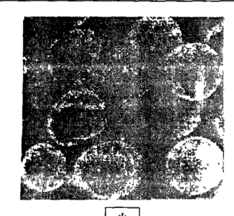
٥- بأى آلية سيطلق المكون من الكبسولة الدقيقة؟

٦- ماهى المتطلبات فى حجم الجسيم والكثافة والثبات فى المكون المُكَبْسَل؟

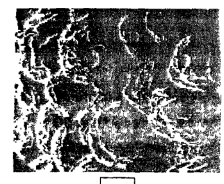
٧- ماهى قيود التكاليف فى المكون المُكَبْسَل؟

ويقسم بناء الكبسولات الدقيقة عامة إلى عدة تقسيمات إعتباطية ومتراكبة overlapping أحدها مايعرف بإسم شبكة الكَبْسَلَة وهذا أبسط تركيب وفيه تحاط الكرة بجدار أو غشاء له ثخانة متجانسة تشبه ثخانة بيض الفرخة وفيها تدفن المادة القلب لأعماق مختلفة فى الصدفة. وهذه الكبسولة الدقيقة سميت تركيب جسيم مفرد single-particle

structure (الصورة ١-أ). ويمكن تصميم كبسولات دقيقة لها قلوب عدة جلية داخل نفس الكبسولة أو على الأعم عدة جسيمات قلب مدفونة فى شبكة مستمرة لجدار المادة وهذا يسمى تركيب متجمع aggregate structure (الصورة أ ب).



(أ)



(ب)

صورة (١): صور صغيرة لمكونات أغذية مختلفة: (أ) كلوريد بوتاسيوم مكبسل كبسلة دقيقة. (ب) كبسولات فيتامين أ فى سيليولوز الإيثايل.

والجسيمات فى التركيب المتجمع ليس من الضرورى أن تكون كلها من نفس المادة، وإذا رُغِبَ يمكن ضبط حجم الجسيم. وهناك أيضاً التركيب المتعدد الجدر multiwalled structure وفيها طبقات الجدار المتراكزة concentric المختلفة يمكن أن يكون لها تكوين واحد أو مختلف، وفى هذه الحالة فعدة جدر توضع حول قلب بحيث يحرز على أغراض متعددة لها علاقة بتصنيع الكبسولات وتخزينها فيما بعد وإطلاقها المنضبط.

ثانياً: شبكة الكَبْسَلَة
the encapsulation matrix

من أجل كبسلة مكون غذائى فإن أول متطلب هو إختيار مادة تغطية مناسبة، يشار إليها بشبكة الكبسلة. على أن بعض البحاث يشير إليها بالصدفة shell أو مادة الجدار wall material أو عامل الكبسلة.

ومواد التغطية، وهى أساساً مواد مكَوِنة لأفلام، يمكن إختيارها من مواد طبيعية أو بوليمرات مخلقة، ويتوقف ذلك على المادة التى ستغطى والخواص المطلوبة فى الكبسولات الدقيقة النهائية. وتكوين المادة المغطية هو المحدد الأساسى للخواص الوظيفية للكبسولة الدقيقة وكيف يمكن إستخدامها لتحسين أداء مكون خاص. ومادة تغطية مثلى يجب أن تظهر الخواص الآتية:

١- خواص إنسيابية rheological جيدة عند تركيزات عالية وتشغيل سهل أثناء الكبسلة.

٢- القدرة على تشتيت أو إستحلاب المادة النشطة وتثبيت المستحلَب الناتج.

٣- عدم تفاعل المادة التى ستكبسل أثناء المعاملة وخلال التخزين الطويل.

٤- المقدرة على إغلاق وإمساك المادة النشطة داخل تركيبها أثناء المعاملة أو التخزين.

٥- المقدرة على الإطلاق الكامل للمذيب أو أى مواد أخرى تستخدم أثناء عملية الكبسلة تحت ظروف التجفيف أو إزالة المذيب.

٦- القدرة على تزويد حماية قصوى للمادة النشطة ضد الظروف البيئية (مثل الأكسجين، الحرارة، الضوء، الرطوبة).

٧- الذوبان فى مذيبات تقبلها صناعة الأغذية (مثل الماء، الإيثانول).

٨- عدم التفاعل مع المادة النشطة.

٩- إمتلاك خواص خاصة أو مرغوبة للكبسولة وخواص إطلاق للمادة النشطة من الكبسولة.

١٠- غير غالية وتكون من درجة الأغذية.

ولايوجد مادة واحدة تقابل هذه المتطلبات جميعاً ولذا يستخدم عملياً مواد تغطية مع بعضها أو تستخدم محورات مثل الكاسحات scavengers ومضادات الأكسدة والعوامل ذات النشاط السطحى surfactants. وبعض هذه المواد تأتى فيمايلى:

أ- كربوايدرات carbohydrates

مقدرة الكربوايدرات على إمتصاص absorb أو إمتزاز adsorb مواد طيارة من البيئة والإحتفاظ بها بثبَتة tenaciously أثناء عملية التجفيف لها تضمينات وتطبيقات لكبسلة النكهة.

١- المالتو دكسترينات وجوامد شراب الذرة maltodextrins & corn syrup solids: يوجد فى النشا بوليمران: أميلوز وهو بوليمر ذو سلسلة مستقيمة والأميلوبكتين وهو بوليمر ذو سلسلة متفرعة. والأول بسلسلته المستقيمة يكون أفلاماً قوية مرنة. أما الأميلوبكتين فنظراً لتفرعه الشديد فهو ليس مكوناً لفلم قوى ولكن يعرف لوضوحه وثباته عندما يكون جلاً وربما أظهر ميلاً أكثر لإمتصاص أو ربط النكهات. ويمكن مع الماء والحرارة أن تكون أفلاماً قوية ولكن لزوجة النشا الطبيعى عالية جداً لعمليات الكبسلة.

المالتو دكسترينات $(ك_{٦}يد_{١٠}أ_{٥})_{ن}$ يد$_{٢}$أ عديد سكر غير حلو مغذى يتكون من α-(١←٤) وحدات جلوكوز متصلة ولكن تسمى مالتو دكسترينات فيجب أن تمتلك محتوى سكر - مما يسمى مكافىء الدكستروز (م.د dextrose equivalent (DE أقل من ٢. وتحضر المالتو دكسترينات كمساحيق بيضاء أو محاليل مركزة بالحلمأة الجزئية لنشا الذرة بأحماض آمنة ومناسبة أو بالإنزيمات. وإذا زاد م.د DE عن ٢٠ فإنه يشار إليه بأنه جوامد شراب الذرة corn syrup solids. وتبين الصورة (٢) إنتاج المالتو دكسترينات وجوامد شراب الذرة.

وكلما كان د.م DE أعلا كلما كان تركيز المنتج الذى يمكن أن يوضع فى محلول. وهذا النشا المحلمأ له عدة خواص: غير غالٍ نسبياً (١/٣ النشا المحول)، عديم النكهة، ولزوجة منخفضة عند محتوى مرتفع من الجوامد ولكنه ليس له خواص إستحلاب. ولما كانت معظم المواد النشطة (خاصة المنكهات) غير ذائبة فى المحاليل المائية فيجب

وجودها كمستحلَبات. وثبات المستحلَب عامل هام فى إختيار مادة التغطية. بينما المالتو دكسترينات وجوامد شراب الذرة ليس لها خواص محبة للدهون وليس لها بالكاد أى تأثير مثبت للمستحلَب على المكونات غير الذائبة فى الماء. وكلاهما لايحتفظ بالمركبات الطيارة جيداً أثناء التجفيف بالرذاذ، فجوامد شراب الذرة لاتحتفظ إلا مابين ٦٥، ٨٠٪.

نشا ذرة درجة أغذية

↓

التسييل

↓

التحويل بالحمض/الإنزيم

↓

تثبيط الإنزيم

↓

الترشيح والمعاملة بالكربون

↓

التبخير

↓

التجفيف بالرذاذ

صورة (٢): إنتاج المالتودكسترين وجوامد شراب الذرة من نشا الذرة.

كما أن المالتو دكسترينات وجوامد شراب الذرة تختلف كثيراً فى حماية المكونات المُكَبْسَلَة من الأكسدة. والمنتج المكبسل ذو د.م DE الأعلا ثابت جداً وله عمر رف بالسنين بدون إستخدام مضادات أكسدة. وربما كان ذلك راجع إلى أن الأنظمة ذات د.م DE العالية أقل نفاذاً للأكسجين وبذا تحمى المكونات المُكَبْسَلَة أحسن وأيضاً وجود الجلوكوز فى نظام الكبسلة له تأثير على الخواص المضادة للأكسدة.

(أنظر: شراب الذرة).

٢- النشا المحور modified starch: الأميلور يكون تركيبات لولبية. والنشا يستطيع حصر جزيئات النكهة وبذا ينتج معقدات ثابتة جداً. ولكن النشا محب للماء والمحلمآت الناتجة عنه لاتملك أى خواص إستحلاب للمركب الذى يرجى كبسلته.

والنشا حالته الطبيعية غير ذائب فى الماء البارد. ويمكن تحوير لزوجته وذوبانه فى الماء البارد بتحويله حرارياً pyroconversion أو بالدكسترنة dextrinization وفيها يسخن النشا على هيئة حبيبات جافة، عادة فى وجود حمض أو قلوى. وتحدث حلمأة جزئية لحبيبات النشا، وكذلك إعادة تبلر ليكون بوليمرات متفرعة حداً أكثر. ومدى هذه العملية يمكن أن يختلف لإنتاج منتجات ذات خواص ذوبان ولزوجة مختلفة. فالدكسترين زاد من ذوبان الماء البارد وأنقص من لزوجة المحاليل عن النشا الطبيعى المجلتن. ولكن إذا سخن طويلاً فإن المنتجات تصبح أغمق وتفاعلات النكهات الأقوى يمكن ملاحظتها. وللأسف فإن خواص اللون والنكهة هذه وعدم وجود خواص إستحلاب محبة للماء تجعل

الدكسترينات أقل من مثالية للكبسلة، خاصة للمنتجات ذات الأساس الزيتي.

وعدم وجود خواص إستحلاب للنشا الطبيعي يخلق مشكلتين: الأولى إحتفاظ بالنكهة فقير. فنعومة مستحلَب التغذية له تأثير كبير على تحديد مدى الإحتفاظ بالنكهة أثناء التجفيف. أما الثانية فهي تتصل بثبات نكهة المستحلَب عندما يتم في المنتج النهائي. فإذا كان الحامل لايعطي أي إستحلاب للنكهة فالنكهة تنفصل سريعاً من المنتج وتكون حلقة على القمة. وبذا فإن مركباً ليعمل كمستحلِب فيجب أن يحتوي على مجموعات محبة للدهن وأخرى محبة للماء. ويمكن تحوير النشا كيماوياً لتغيير خواصه الوظيفية فيمكن تفاعل النشا مع ١-اندريد الأوكتينيل سكسينيك 1-octenyl succinic anhydride لتكوين نشا محور يحتوي مجموعات محبة للماء ومحبة للدهن وهذا يتم عند حوالي ٠,٠٢٪ فينتج منتج يختلف تماماً عن النشا الطبيعي. فإضافة مجموعات محبة للدهن على طول بوليمر النشا يسمح بتكوين مستحلبات مصفوفة بإحكام للبوليمر حول نقيطات الزيت. وهذا هام جداً لكبسلَة المنتجات الليبيدية. والنشا المحور يعطي إحتفاظاً ممتازاً للمتطايرات أثناء التجفيف بالرذاذ ويمكن إستخدامه مع تغذية مستوى جوامد أعلا عن الصمغ الأكاسيا/العربي، فخمسين٪ بدلاً من ٣٥٪ للصمغ.

والنشا المحب للدهن يحتفظ بالدهن أكثر في تجفيف المساحيق بالرذاذ عن الصمغ العربي كما أنه أحسن في ثبات المستحلَب. فينتج نقيطات ذات حجم جسيم صغير حوالي ٢ ميكرومتر في حين أن الصمغ العربي/الأكاسيا يعطي نقيطات مستحلب حوالي ٣ ميكرومتر. وكانت المستحلبات مع النشا المحور أكثر ثباتاً عن تلك مع الصمغ العربي. وعيوبها أنها لاتعتبر طبيعية في الروشمة، وكثيراً مايكون لها نكهات غير مرغوبة ولاتحمي المنكهات من الأكسدة. (أنظر: نشا).

٣- الدكسترينات الدائرية cyclodextrins:

الدكسترينات الدائرية جزيئات ثابتة كيماوياً وفيزيقيا وهي تتكون بالتحوير الإنزيمي للنشا ويمكنها تكوين معقدات مع عدد متسع من المركبات العضوية داخل تركيبها الحلقي. وتنتج الدكسترينات الحلقية من النشا بواسطة عدد من الكائنات الدقيقة منها *Bacillus macerans* و *B circulans* وكلاهما لهما نشاط جليكوسيلترانسفيراز السيكلودكسترين (س.ج.ت أ ز CGTase) cyclodextrin glycosyltransferase (وعزلت من بطاطس متعفنة). وبعد شق النشا بواسطة الإنزيم فإن النهايات تتصل لتكون كينونات دائرية بواسطة روابط β (١←). ولأن الدكسترينات الدائرية مركبات حلقية مغلقة فإن الجلوكوأميلازات glucoamylases والـ β-أميلازات لايمكنها حلمأتها حيث لايوجد المجموعة النهائية المختزلة الضرورية لإبتداء الحلمأة. والدكستريتات الدائرية المتكونة تحتوي ٦، ٧، ٨ أحادي monomer الجلوكوز والتي يشار إليها بـ α و β و γ سيكلودكسترينات بالتتابع. وأحاديات monomers الجلوكوز تتصل ببعضها في حلقة تشبة جوزة مزدوجة double nut-shaped

مما يعطى الدكستريات الدائرية تركيباً جزيئياً حاسىء نسبياً وله فجوة فارغة لها حجم وقطر معيان. ويمكن أن يتكون دكسترين دائرى واحد أو عدة فى مخاليط ويتوقف ذلك على الإنزيم المستخدم وظروف التفاعل. والصورة (٣) تعطى التركيب الكيماوى للـ β- دكسترين دائر وهو السائد نتيجة عمل إنزيمات س.ج ت أ ز CGTase.

صورة (٣): التركيب الكيماوى لـ β-دكسترين دائرى.

فمجموعات الأيدروكسيل القطبية لأحاديات الجلوكوز توجد على حافة الجزىء وتتجه بعيداً عن الفجوة. وهذه المجموعات تتفاعل مع الماء مما يعطى الدكسترينات الحلقية خواص الذوبان المائى وتتفاعل مع المجموعات القطبية لبعض الجزيئات لتكون روابط أيدروجينية وبينما السطوح الخارجية (أعلا وأسفل) محبة للماء فإن الفجوة الداخلية لها كثافة أليكترنية عالية نسبياً وهى غير محبة للماء فى طبيعتها نظراً لأن درات الأيدروجين والأكسجين الجليكوسيدى توجه إلى داخل الفجوة.

وتتفاعل الجزيئات العضوية ذات الحجم والشكل المناسب. وكره الماء غير تساهمى مع الدكتسرينات الدائرية لتكون معقدات ثابتة. وعدة قوى مثل فان درفال van der Waals والتفاعل غير المحب للماء وتفاعل الجزيئين ثنائى القطب dipole-dipole تشترك فى ربط الجزيئات الضيف guest إلى فجوة الدكسترين الدائرى. وهذه القوى تستطيع أن تثبت المعقد الثابت ولكن تسمح للجزىء الضيف guest بأن يطلق من المعقد ليصبح متاحاً لما هو مقصود. وكلما ناسب الجزىء الضيف الفجوة كلما كان الربط أقوى. والجدول (١) يعطى بعض الخواص الفيزيقية للدكسترينات الدائرية.

و β-دكسترين الدائرى يكون معقدات تضمين مع مكونات النكهة لها كتل جزيئية تتراوح مابين ٨٠ ، ٢٥٠ دالتون حيث يمكن لمعظم جزيئات التوابل الطبيعية والمنكهات أن تتوافق/تتلاءم حيث كان إطلاقها مضبوطاً وثباتها الحرارى تحسن بإضافة الدهن فحفظت نكهات البسكويتات الحلوة وعجائن الخضر والموالح والبصل اليابانى والثوم والكرفس وغيرها.

ويمكن تثبيت الصبغات الطبيعية كالكاروتينويدات والأنثوسيانيات بمعقد الدكسترين الدائرى فتحجب أو تشدد درجتها. ومعقدات الدكسترين

الدائرى يمكن أن تحمى المكونات من الأكسدة والتفاعلات التى يحثها الضوء، والتهدم الحرارى وفق الخبز. والمعقدات المتبلرة ثابتة وتحسن ظروف المعاملة والمناولة والتخزين.

الجدول (١): الخواص الفيزيقية للدكسترينات الدائرية.

نوع الدكسترين الدائرى	الخواص الفيزيقية						
	عدد وحدات الجلوكوز	الوزن الحزينى	أبعاد الجزيء أ° Å			الذوبان عند ٢٥°م (حم/١٠٠ مل يد٢أ)	α_D^{20} (يد٢أ ، ١٪)
			القطر الداحلي	القطر الخارجي	الإرتفاع		
α	٦	٩٧٣	٥,٧	١٣,٧	٧,٠	١٤,٥٠	١٥٠,٥°
β	٧	١١٣٥	٧,٨	١٥,٣	٧,٠	١,٨٥	١٦٢,٥°
γ	٨	١٢٩٧	٩,٥	١٦,٩	٧,٠	٢٣,٢٠	١١٧,٤°

٤- الدكسترينات الدائرية المحـــورة modified cyclodextrins: ذوبان β-دكسترين الدائرى فى الماء هو ١,٨جم/١٠٠ مل ويزيد مع إرتفاع درجة الحرارة ولكن يتغير الذوبان إذا عُقِد مركب ضيف- فإذا كان الجزيء الضيف عالي الذوبان فى الماء فإن معقد التضمين يكون أكثر ذوباناً من الدكسترين الدائرى نفسه - فالجزء القطبى أو الأيونى من المركب الضيف يبرز فى الفجوة ويساهم فى ذوبان المعقد مع تفاعل مجموعات الأيدروكسيل من الدكسترين الدائرى. وفى نفس الوقت فتعقب الدكسترين الدائرى مع ضيف غير ذائب أو ذائب جزئياً فقط فى الماء يؤدى إلى خفض فى ذوبان الدكسترين الدائرى. وذوبان المعقد عادة أقل من الدكسترين الدائرى ولكنه أعلا من ذوبان جزيء الضيف.

ويمكن تحسين ذوبان الدكسترين الدائرى بإستبدال مجموعات الأيدروكسيل على طول حافة الجزيء. وبالتحوير الكيماوى يمكن الحصول على خواص مختلفة جداً عن المادة الأصلية. وبالتفاعل مع الأبى كلوروايدرين epichlorohydrin للحصول على بوليمر متعاون/مشترك فى صورة خرز ينتفخ فى الماء. وبعض هذه البوليمرات تحتفظ بمقدرة الدكسترين الدائرى لتكوين معقدات مع مختلف المركبات خاصة التى بها مجموعات غير محبة للماء. وتعطى الصورة (٤) دكسترين دائرى محور مكوناً بوليمر.

٥- السكروز sucrose: فى معاملة البثق السكروز والسكريات الأخرى الأحادية والثنائية توفر النكهة والحلاوة والطاقة والقوام والثبات ونشاط الماء وضبط اللون وهو ومخاليط المالتودكسترين هما أكثر التغطيات المستخدمة فى كبسلة البثق extrusion encapsulation. ويستخدم السكروز فى كبسلة نكهات الأغذية بعملية تعرف بإسم "تبلر

مرتبط "cocrystallization" ولكن قبل إمكان إستخدامه يجب تغيير تركيبه الكيماوى من بلورة كاملة إلى شكل متجمع غير منتظم دقيق الحجم. وهذا التركيب المحور مكان فارغ void space ومساحة سطح تزود طبقة ذات ثغور أو أساس لإدماج المكونات النشطة. (أنظر: سكروز)

صورة (٤): تركيب دكسترين دائرى محور مبلمر.

٦- كيتوزان chitosan: الكيتوزان ينتج عن الحلمأة القلوية للكيتين ويمكن تكوين كسولة متكومة معاً ومعقدة بين الكيتوزان وهو عديد الجلوكوزامين موجب والكاراجينات أو حمض الألجينيك وهو سالب. ويمكن تكوين خرز جل بتفاعل بين الكيتوزانات مع مايقابلها من عديد الفوسفاتات ذات الوزن الجزيئي المنخفض وماشابهها. وخواص تكوين الجل للكيتوزانات تسمح بتطبيقات مختلفة مثل مغطيات للأغذية والأدوية وإصطياد الجل للكيماويات الحيوية، وجنين النبات والخلايا الكاملة والكائنات الدقيقة أو الطحالب. وهذا الإصطياد يمكن أن يخدم في الكبسلة الدقيقة والإطلاق المنضبط للنكهات والمغذيات أو الأدوية. وجزيئات الكيتوزان عديدة الأيون الموجب تدخل مع البوليمرات السالبة لتكون كبسولات لها قوة ميكانيكية جيدة، ويمكن ضبط نفاذيتها بتغيير إما نوع الكيتوزان و/أو الأيون المقابل counterion.

٧- سيليولوز cellulose: يمكن تحوير نفاذية مغطيات السيليولوز كفلم مأكلة بإتحادها مع مواد تغطية أخرى. فقد وجد أن ميثيل وأيدروكسي بروبايل ميثيل سيليولوز مختلطاً مع أحماض اللوريك والبالمتيك والاستياريك والأراكيديك خفض معدل النفاذية جوهرياً بالنسبة لأفلام إيثير السيليولوز التي لاتحتوي أحماضاً دهنية. وقد أستخدم دائماً في كبسلة مكونات الغذاء الذائبة في الماء مثل المحليات والأحماض كما يمكن إستخدامه في كبسلة الإنزيمات والخلايا.

ب- الصموغ gums

الصموغ أو الأيدروغرويات بوليمرات طويلة السلسلة تذوب أو تتشتت في الماء لتعطي ثخانة ولزوجة ويمكن إستخدامها في الكبسلة وتثبيت الإنزيمات وتعليق الجسيمات وضبط التبلر وتثبيط الإندغام syneresis وبعضها يكون جلات gels.

١- مستخلصات الأعشاب البحرية seaweed extracts: الألجينات والآجار والكاراجينان مستخلصات من الطحلب الأحمر Rhodophyceae والبني/الأسمر Phaeophyceae. وأهم مصادر الألجينات هي الكلب/عشب البحر الأسود الضخم *Macrocystis pyrifera*. وتتكون الألجينات من حمض β-د-مانيورونيك β-D-mannuronic acid وحمض α-ل-جولورونيك متصلة بروابط α (١←٤). والألجينات عوامل تثخين وثبات وتكوين جل قوية وعوامل كبسلَة. ويدعي البعض أن الألجينات الذائبة في الماء إستطاعت تكوين كبسولات سائلة مكبسلَة، وأن الأغذية ذات الدهن المرتفع يمكن كبسلتها بألجينات الكالسيوم.

أما الآجار فيستخدم عند تركيزات منخفضة تصل إلى ٠,٤٪ وإستخدمت الكلوريلا جار chlorella gar في كبسلة النكهات.

والكاراجينان يتكون من β-د-جالاكتوز و ٣، ٦- أنهيدرو- د-جالاكتوز مكبرتة sulfated جزئياً كـ ٢، ٤، ٦ كبريتات و ٢، ٦ بيكبريتات ومتبقيات الجالاكتوز تتصل تبادلياً بروابط ١-٣ و ١-٤. ويستخدم في عمل جل ينعكس بالحرارة وفي

زيادة لزوجة المحاليل وفي تثبيت المستحلَبات ومختلف المشتقات. ويتفاعل مع البروتين في تركيزات منخفضة (٠,٠١ - ٠,٠٣٪) وقد إستخدم في عمل كبسولات لشوربة اللحوم أو العصير مع مغطيات آجار-آجار أو الكاراجينان أو البكتين.

٢- ناضح/نضيح الصموغ exudate gums: ومنها الصمغ الغربي/أكاسيا وصمغ جاتي وصمغ كارايا وصمغ التراجاكانث. ومنها الصمغ العربي الذي هو أكثر مادة تُغطي كبسلَة مستخدمة. ويبلغ متوسط وزنه الجزيئي ٢٦٠ - ١١٦٠ كيلو دالتون. وبه ٥٪ بروتين هي المسئولة عن خواص الإستحلاب. وهو يكبسل النكهات من خلال التجفيف بالرذاذ. وله لزوجة منخفضة في المحاليل المائية فلاتزيد اللزوجة في محاليله إلا بعد ٣٥٪، ويمكن تحضير محاليل منه تحتوي ٥٠٪، بينما الصموغ الأخرى تعطي لزوجة عالية عند تركيزات منخفضة حتى ١٪. وليس من الممكن تذرير atomize هذه المستحلَبات اللزجة جداً فلا تصلح لكبسلة النكهات. وفي إنتاج مسحوقات ومركزات العبير يستخدم الصمغ العربي كمثبت للنكهة. وتجفف مستحلباته بالتجفيف بالرذاذ فيكون فلماً حول نقيطة الزيت والذي يحمي الزيت ضد الأكسدة. وهو يحتفظ بالعبير أحسن من المالتو دكسترينات ويفقد منه قليل من العبير فقط أثناء التخزين على رطوبة تحت مستوى طبقة الماء الواحدة water monolayer. والحماية ضد أكسدة النكهات تتوقف على مصدر الصمغ العربي.

(أنظر: صموغ)

ج- ليبيدات lipids

١- الشمع wax: هذه مشتقات الكحولات العالية ($ك_{١٢}$ - $ك_{٢٨}$) والشموع المأكلة أكثر مقاومة لنقل الرطوبة جوهرياً عن معظم المغطيات الدهنية وغير الدهنية. وهي توقف هجرة الرطوبة وأحسنها شمع البرافين يتبعه شمع العسل ولذا تستخدم لكبسلَة مكونات الأغذية خاصة السائلة منها. ويتكون شمع البرافين من خليط من الأيدروكربونات طويلة السلسلة بينما يتكون شمع العسل من ٧١٪ مركبات إستر طويلة السلسلة غير محبة للماء و ١٥٪ أيدروكربونات طويلة السلسلة و ٨٪ أحماض دهنية طويلة السلسلة و ٦٪ مركبات أخرى. فغياب المجموعات القطبية من البرافين وإنخفاضها النسبي في شمع العسل تفسر مقاومتها الجوهرية لنقل الرطوبة.

٢- الجليسرولات الأسيتوأسايل acetoacyl glycerols: أستلة أحادي ستيارات الجليسرول بالتفاعل مع أنهيدريد الخليك تعطي ١-ستيارو ثنائي الأسيتين وهذا له خواص فريدة من أنه يتصلب من الحالة المنصهرة إلى صلب مرن يشبه الشمع. وخواص الحجز لجليسرول الأسيتوأسايل تتحسن بزيادة درجة الأستلة. ويرجع هذا إلى إزالة مجموعات الأيدروكسيل الحرة والتي قد تتفاعل مباشرة مع جزيئات الماء المهاجرة أو مع جزيئات قطبية صغيرة أخرى إن لم تزل مجموعات الأيدروكسيل الحرة.

٣- الليسيثينات lecethins: الليسيثين مادة ذات نشاط سطحي تلعب دوراً هاماً في إنتاج المستحلَبات والليسيثين النقي مستحلِب ماء-في-زيت (م/ز) ويكون له قيمة توازن الحب للماء-الحب للدهن حوالي ٣ (و.م.د HLB) hydrophile-lipophile balance. أما الليسيثين التجاري فله الفوسفوليبيدات المبينة في الجدول (٢). والجزء غير الذائب في الإيثانول منه يثبت مستحلَبات و/ز بينما الجزء الذائب في الإيثانول يثبت مستحلَبات زيت-في-ماء (ز/م) ولزيادة قيمة و.م.د HLB تحضر "الليسيثينات المؤدركسلة hydroxylated lecethins" بالأكسدة الجزئية المنضبطة للأسايل غير المشبع مع فوق أكسيد الأيدروجين أو فوق أكسيد البنزويل. وتستخدم حُوَيْصَلات الليسيثين في كبسلَة إنزيمات الأغذية حيث تحضر تحت درجات حرارة منخفضة. وأحسن نتائج تتم عندما يكون رقم جهد قريب من نقطة تساوي التأين لكل من الإنزيمين مثل الليسوزيم والببسين.

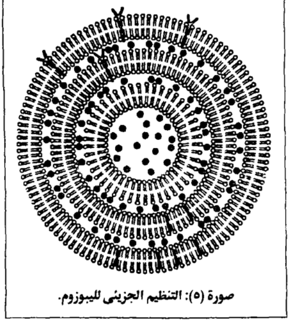
جدول (٢): النسبة المئوية لمركبات الفوسفاتيديل في ليسيثين الصويا المجزأ وغير المجزأ.

النوع	غير المجزأ	جزء ذائب في الإيثانول	جزء غير ذائب في الإيثانول
فوسفاتيديل إيثانولامين	٣٢,٦	٣٢,٥	٣٢,٦
فوسفاتيديل كولين	٣٢,٦	٦٥,١	٤,٦
فوسفاتيديل اينوسيتول	٣٤,٨	٢,٤	٦٢,٨

وكبسلة β-جالاكتوسيداز في ليبورومات ليسيثين-كوليسترول نقصت كفاءتها بزيادة محتوى الكوليسترول (تحضر ليبوزومات ليسيثين-كوليسترول بواسطة عملية تجفيف-تميؤ وتبخير طور-عكسي reverse-phase evaporation. وإستخدم خليط من الليسيثين وعديد الإيثيلين في كبسلة المحليات ومركبات النكهة وقد كبسل الليسيثين نفسه كمغذٍ كمضاف غذائي dietary supplement.

٤- الليبوزومات liposomes: الليبوزوم أو حويصلة الليبيد تعرف بأنها مركب تركيب لثنائي طبقة ليبيد وتحتوي عدداً من أقسام مائية أو سائلة. وهي تحضر من الفوسفوليبيدات مثل مح البيض (الصفار) أو ليسيثينات الصويا. وتركيب الليسوزوم يحدده طريقة تحضيره ومنه الحويصلات عديدة الرقائق (ح.ع.ر multilamellar vesicles (MLV. والحويصلات صغيرة وحيدة الرقيقة (ح.ص.و SUV) unilamellar والحويصلات وحيدة الرقيقة الكبيرة (ح.و.ك LUV). والـ ح.ع.ر MLV لاتتعرض أثناء التحضير لمعاملات خشنة ولكن لها عيوب عدم إنتظام حجم التوزيع (القطر من ٠,٢ - ٢,٠ ميكرومتر) وإنخفاض كفاءتها في الكبسلة (٥-١٤٪). أما ح.ص.و SUV فتحضر بفوق الصوت عالي الشدة sonication من ح.ع.ر MLV وتنتج حويصلات صغيرة (٢٥ - ٥٠ نانومتر في القطر) أو تحضر بطرق أخرى ويكون لها أقطار مختلفة ولكن عيبها القطر الصغير وبالتالي حجم الإمساك المنخفض. أما ح.و.ك LUV فتحضر بتبخير الطور

العكسي، إو النقع infusion أو تخفيف المنظف detergent ويكون لها حجم من ١٠٠ - ٥٠٠ نانومتر وهي أكثر تجانساً من ح.ع.ر MLV ولها كفاءة كبسلة أعلا من ح.ص.و SUV. ولكن عيبها بالنسبة لصناعة الأغذية هو إستخدام المذيبات العضوية ولكن إستخدمت الكبسلة الدقيقة لليبوزوم بإستعمال مُسَيل دقيق microfluidizer ولكن بإستخدام التجفيف بالرذاذ أو البثق قابل كبسلَة النكهات تفاعلات الأكسدة وعدم إستطاعة إستخدامها مع الأغذية متوسطة الرطوبة. وكذلك يحد من إستخدامها في صناعة الأغذية عدم الثبات في وجود مستويات متوسطة من الزيوت أو البروتينات غير المحبة للماء.



صورة (٥): التنظيم الجزيئي لليبوزوم.

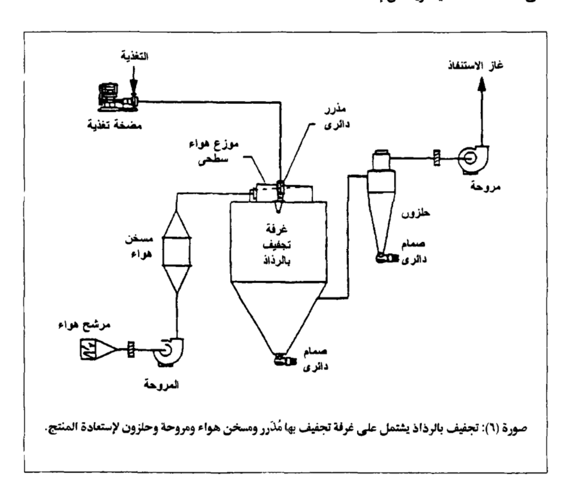
د- البروتينات proteins

أكثر بروتين إستخداماً هو الجيلاتين الذي يأتي من الكولاجين وهو عادة تغطية هامة وقيمة لأنه غير سام وغير عالي ومتاح. وهو مكون جيد لأفلام ويكون جلات تنعكس بالحرارة عندما تبرد معلقات دافئة لعديد الببتيد. وفي المحاليل المائية فالتغير من جل إلى حالة صلبة محدود جداً وعندما يكون تركيز الجيلاتين في المحاليل المائية أقل من حوالي ١٪ فإن تكوين الجل لايمكن ملاحظته عند التبريد. وهذا يستخدم في تكوين الكبسولات.

ويستخدم الجيلاتين مع الصمغ العربي لتكوين أفلام تغطية وهو له مجموعات كربوكسيلية وظيفية وسالبة. والجيلاتين عندما يكون جيد له أقل من نقطة تساوي التأين فيصبح الجيلاتين عديد الأيون الموجب وبذا يتفاعل الجيلاتين عديد الأيون الموجب مع الصمغ العربي عديد الأيون السالب ويتكون تكوم مشترك coacervation. وإذا خلط جيلاتين جلد الخنزير (نقطة تساوي التأين جيد ٨ - ٨,٥) في محلول مائي مع الصمغ العربي على جيد ٤-٤,٥ يتكون تكوم مشترك معقد لإنجذاب أيونات الصمغ السالبة إلى أيونات الجيلاتين الموجبة. ويمكن تثبيت (عدم دوبان) هذا التركيب بإستخدام عوامل تشابك cross-linking مثل أيونات كالسيوم. ونوع الجيلاتين وكذلك الصمغ العربي وكذلك طريقة التكوين والتثبيت تؤثر على نفاذية الغطاء. وإستخدم التالو والزيوت النباتية المكبسلَة بالبروتين لإنتاج علف الحيوان. كما تستخدم البروتينات مع مواد تغطية أخرى لتكوين كبسولات دقيقة فإستخدم خليط من بروتين وكربوايدرات في عملية كبسلة لمواد زيتية.

ثالثاً: تقنيات الكبسلة الدقيقة
microencapsulation techniques
أ- التجفيف بالرذاذ spray-drying

التجفيف بالرذاذ هو أكثر طرق الكبسلة إستخداما فى الصناعات الغذائية ويمكن إستخدامه عندما يصطاد entrap المادة النشطة داخل الشبكه الحامية المكونة من بوليمر أو ذائب وتجرى العملية فى مُجفف بالرذاذ كما فى الصورة (٦).



صورة (٦): تجفيف بالرذاذ يشتمل على غرفة تجفيف بها مُذَرر ومسخن هواء ومروحة وحلزون لإستعادة المنتج.

١- تحضير المشتت أو المستحلَب
preparation of the dispersion or emulsion

الخطوة المبدئية فى التجفيف بالرذاذ لمكون غذائى مُكَبْسَل هو إختيار مادة جدار مناسب أو عامل كبسلة. الإختيار الأمثل يجب أن يكون له خواص إستحلابية مرضية؛ أن يكون مكوناً جيداً لفلم؛ أن يكون له لزوجة منخفضة مع مستويات مرتفعة من الجوامد (<٥٠٠ د/ث cps على ≤ ٤٥٪ مستوى حوامد)؛ أن يكون له إسترطاب منخفض؛ يطلق المكونات المغطاة عندما يعاد تكوينه فى المنتج النهائى؛ أن يكون رخيصاً؛ أن يكون عديم

الطعم bland وثابت المورد؛ أن يحمى المادة المكبسلة جيداً.

وبعد الإختيار يجب أن تميؤ hydrated ومن المستحسن إستخدام مستوى تغذية جوامد خاصة مثلى لكل عامل كبسلة أو الإرتباطات التى أختيرت، لأهمية ذلك فى عملية التجفيف بالرذاذ. فريادة مستوى الجوامد إلى نقطة أن أى إضافة لجوامد بعد ذلك لاتذوب يفيد الإحتفاظ بالنكهة بخفض زمن التجفيف المطلوب لتكوين فلم سطح ذى جوامد عالية حول النقيطات التى تجف. وإذا وصل سطح النقيطة إلى ١٠٪ رطوبة فإن جزيئات النكهة لاتستطيع الإنتشار خلال هذا السطح من الفلم بينما جزيئات الماء الأصغر حجماً نسبياً تستمر فى الإنتشار وتفقد فى هواء التجفيف.

ومستوى تغذية جوامد مرتفع يعنى أن الغشاء الشبه منفذ يتكون بسرعة وبذا يساعد فى الإحتفاظ بالنكهة. ومن الممكن ضخ وتدرير atomize المادة المغذاة والتى تحتوى جوامد عامل الكبسلة الزائدة عن حدوث الذوبان. والجوامد غير الذائبة لاتعمل كحاجز لإنتشار جزيئات النكهة وبذا فإنها لاتحسن الإحتفاظ بالنكهة أثناء التجفيف. وقد وجد أن هناك مستوى تغذية جوامد أمثل فريد لكل مادة جدار.

وعندما يتم تذويب (بحرارة أو بدونها) عامل الكبسلة أو الخليط فإن النكهة أو المكون الذى سيكبسل يضاف إلى الخليط ثم يشتت جيداً فى النظام. ونسبة عامل الكبسلة إلى مادة القلب هى عادة ٤ : ١، وإن كان يستخدم مع النكهة أعلا من ذلك.

٢- تجنيس المشتت
homogenization of the dispersion

قبل التجفيف بالرذاذ يجنس المخلوط لخلق نقيطات نكهة أو مكون صغيرة فى محلول الكبسلة، لأن تخليق مستحلَب رفيع يزيد من الإحتفاظ بالنكهة أثناء عملية التجفيف. والمواد الذائبة فى الماء قد تجنس لتكسل فيتكون المنتج من شبكة matrix مخلوطة محنسة من البوليمر تحصر القلب بدلاً من أن يكون هناك قلب وتغطية محددة بوضوح. وتسمى هذه المنتجات احيانا جسيمات الشبكة matrix particles أو المكونات المحصورة entrapped ingredients، ويقال أنها مغطاة بفلم دقيق جداً من مادة التغطية.

٣- تدرير مستحلَب التغذية
atomization of the infeed emulsion

يتم التدرير عن طريق فوهة أو المِغْزَل spinning wheel. ولو أن حجم الجسيم قد يكون له أقل تأثير على الإحتفاظ بالنكهة أثناء التجميع فإنه من المرغوب إنتاج جسيمات كبيرة للمساعدة فى التشتيت عند إعادة التكوين، فالحسيمات الصغيرة غالباً ماتكون صعبة فى التشتت وتميل إلى العوم على سطوح السائل. ويمكن الحصول على جسيمات كبيرة بإستخدام فوهة كبيرة وضغط تدرير منخفض (فى حالة الفوهة فقط)، وفى حالة تدرير المغزل يتم ذلك بتغذية جوامد عالية وتغذية عالية اللزوجة وإنخفاض سرعة المغزل، أو يستخدم نوع من تقنية التكتل agglomeration.

٤- تجفيف الجسيمات المذررة

dehydration of atomized particles

عندما يلامس الهواء الساخن - فى إتجاه مواز أو معاكس - الجسيمات المذررة يتبخر الماء والمنتج يتكون من نشا أو شبكة كبسلة وتتكون نقيطات صغيرة للنكهة أو القلب وعندما تقع الجسيمات المذررة خلال الوسط الغازى فإنها تكون شكل كروى مع تغطية الزيت بالطور المائى. وتبخر الماء من الغطاء أثناء تجمده يجعل درجة حرارة القلب تحت ١٠٠°م بالرغم من الدرجات العالية المستخدمة خاصة وأن تعرض الجسيمات للحرارة لايزيد عن عدة ثوانٍ على الأكثر، وبذا لاتتضرر المواد الحساسة للحرارة وأن فقدت بعضاً من مكونات النكهة (٢٠ - ٣٠ مكون). وتقع الجسيمات المجففة إلى قاع المجفف وتجمع، أو يمكن فصلها بوحدة فصل غاز-سائل مثل حلزون الغبار dust cyclone. ويبلغ حجم الجسيمات حوالى >١٠٠ ميكرومتر وهى ذائبة جداً ولكنها قد تظهر بعض مشاكل الإنفصال فى المخاليط الجافة. ويمكن مع الإنفصال وتحسين السيولة بخطوة تكتل منفصلة حيث تعامل الجسيمات المكبسلة بالبخار للحث على تماسكها cohesion وتكوين جسيمات كبيرة. وعوامل تركيب الغطاء قد تؤثر على ذوبان الكبسولات الدقيقة المجففة بالرذاذ.

ب- التبريد الصناعى بالرذاذ أو التبريد الطبيعى بالرذاذ

spray-cooling and spray-chilling

فى هذه الطريقة بعكس التجفيف بالرذاذ ليس هناك ماء يتم تبخيره، كما أن درجة حرارة الهواء المستخدم فى حجرة التجفيف ساخنة فى التجفيف بالرذاذ فى حين أنه فى هذه الطريقة يستخدم هواء مبرد إلى درجة الحرارة المحيطة أو درجات حرارة مبردة refrigerated. ومخلوط القلب والجدار يُذَرَّرَان فى الهواء المبرد مما يسبب أن الجدار يتصلب حول القلب.

والكبسولات الدقيقة الناتجة بالتبريد الطبيعى بالرذاذ أو التبريد الصناعى بالرذاذ غير ذائبة فى الماء لأن لها غطاء ليبيدى ولذا فهذه التقنيات تستخدم لكبسلة مواد ذات قلب ذائب فى الماء مثل المعادن والفيتاميات القابلة للذوبان فى الماء والإنزيمات والمُحَمِضَات وبعض النكهات.

وفى التبريد الصناعى بالرذاذ spray-cooling فطبقة التغطية هى زيت نباتى أو أحد مشتقاته وكذلك مواد أخرى كثيرة مثل الدهن والستيارين ولها نقاط أنصهار من ٤٥ - ١٢٥°م وجليسريدات أحادية وثنائية صلبة ولها درجات إنصهار ٤٥ - ٦٥°م. ويلاحظ أن هذه عوامل إستحلاب مما يساعد على تشتت الكبسولة فى المنتج الغذائى بعد تكوينه، وهى عموماً جزء من نظام الإستحلاب.

فى حين أنه فى التبريد الطبيعى بالرذاذ spray-chilling فالغطاء زيت نباتى مهدرج أو مجزأ fractionated وله نقطة إنصهار فى المدى ٣٢ - ٤٢°م. وقد تستخدم مواد تغطية ذات درجات حرارة إنصهار أكثر إنخفاضاً ولكنها تحتاج إلى مناولة خاصة وتخزين خاص. وأيضاً فى التبريد الطبيعى بالرذاذ لايوجد هناك إنتقال كتلة (تبخر

من النقيطات المُذَرَرَة) وعلى ذلك فهذه تتصلب إلى كُرَيَات كاملة تقريباً لإعطاء مسحوق حر الإنسياب. ومن خلال التذرير تعطى مساحة سطح هائلة وكذلك خلط جيد ومباشر للنقيطات مع وسط التبريد.

والتبريد الصناعى بالرذاذ يستخدم أساساً لكبسلة مضافات الأغذية الصلبة مثل كبريتات الحديدوز والمُحَمِضَات والفيتامينات والنكهات الصلبة وكذلك المواد الحساسة للحرارة. كما يمكن كبسلة السوائل بعد تحويلها إلى الشكل الصلب ربما بالتجميد والمنتج النهائى يشبه خُرَيْزات دقيقة لجسيمات ذات حجم كبير تذوب فى الماء ولكنها تطلق محتوياتها عند أو حوالى نقطة إنصهار الجدار المستخدم للإطلاق المضبوط، ولذا فهذه العملية تصلح لحماية المواد الذائبة فى الماء مثل النكهات المُجَففَة بالرذاذ والتى ربما تتطاير من المنتج أثناء المعاملة الحرارية. وهى تستخدم فى منتجات الخبيز وخلطات الشوربة الجافة والأغذية التى تحتوى نسبة عالية من الدهن. ويلزم الإحتفاظ بدرجات الحرارة المثلى أثناء المعاملة لأن هذا يؤثر على تعدد الشكل البلورى للدهن fat's polymorphism حيث يمكن للدهن أن يوجد على أكثر من شكل بلورى. ولو سمح - على سبيل المثال - لجليسريد ثلاثى بأن يخرج على درجة حرارة عالية فإن الحرارة المتولدة عن تكون الشكل البلورى المتعدد تميل لأن تعكس عملية الكبسلة وتعيد المسحوق إلى كتلة ذائبة أو عجينية.

ج- تغطية الطبقة المُسَيَّلَة

fluidized bed coating

تغطية الطبقة المُسَيَّلَة قد تسمى تغطية معلق هواء أو طريقة فورستر Wurster process وتستخدم مع الجسيمات الكثيفة ذات توزيع حجم جسيم ضيق وإنسياب جيد عادة مابين ٥٠ - ٥٠٠ ميكرومتر وإن أمكن إستخدامها مع جسيمات تتراوح مابين ٣٥ - ٥٠٠٠ ميكرومتر.

فالجسيمات الصلبة التى ستُذَرَرْ تعلق فى تيار من الهواء يتحرك إلى أعلا فى حجرة طبقة مُسَيَلَة على درجات حرارة ورطوبة مصوطة، ويتوقف على التطبيق فإن تيار الهواء إما أن يُسخن أو يُبَرَد. وعندما تصل جسيمات طبقة السائل المتحركة إلى درجة الحرارة المطلوبة فإن مادة طبقة الكبسلة تُدْخَل إلى النظام وهذه إما أن تكون من مشتقات السيليولوز أو الدكسترينات أو المستحلبات أو الليبيدات أو مشتقات البروتين أو مشتقات النشا، إما فى حالة منصهرة أو ذائبة فى مذيب يمكن تبخيره. والغطاء يُذَرَر خلال فوهات رذاذ من قمة الحجرة، ويكون حجم حسيماته أقل من حجم جسيمات المادة التى تُغَطى. والجسيمات المُذَرَرة تنزل إلى أسفل فى تيار الجسيمات وتترسب كطبقة رفيعة على سطح مادة القلب المعلقة. وإضطراب عمود الهواء كاف للإحتفاظ بالجسيمات المغطاه معلقة. مما يسمح بالشقلبة وبأن تصبح مغطاة بإنتظام. وعدما تصل إلى قمة تيار الهواء فإن الجسيمات تتحرك فى عمود الهواء الخارجى الذى يتحرك إلى أسفل والذى يعيدها إلى الطبقة المسيلة ويكون غطاؤها قد تم حفافه تقريباً. وهذه الجسيمات تمر فى دورة التغطية عدة مرات فى الدقيقة. وفى حالة

المصهرات الساخنة تتصلب الأغطية بالهواء البارد، فى حين أنه فى الأغطية ذات الأساس المذيب فإن الأغطية تتصلب بتبخير المذيب فى الهواء الساخن. ويمكن تنظيم كمية الغطاء بضبط مدة البقاء residence time للجسيمات فى الغرفة. وللحصول على درجة جيدة من التغطية فإن العملية قد تستمر من ٢-١٢ ساعة ويكون بعدها ٠,٢ - ١,٥٪ من الجسيمات عادية (صورة ٧).



صورة (٧):نظام معلق الهواء.

د- البثق extrusion

هنا البثق ليس كالبثق المستخدم فى الطبيخ وإكساب القوام لمنتجات أساسها الحبوب. فهى طريقة للحصر ذات درجة حرارة منخفضة نسبياً وتشتمل على دفع مادة القلب المشتتة فى كتلة كربوايدرات منصهرة خلال سلسلة من القوالب فى حمام من سائل مُجفف. وتستخدم ضغوط ودرجات حرارة حوالى < ١٠٠ رطل على البوصة المربعة psi ونادراً ماتتعدى ١١٥°م بالتتابع. وعند الإتصال بالسائل فإن مادة التغطية التى تكون شبكة الكبسلة تتصلب وتحصر مادة القلب. والسائل هو عادة كحول مشابه البروبايل isopropyl. والخيوط المبثوقة تكسر إلى قطع صغيرة وتجفف لتلطف الإسترطاب (وقد يساعد عامل ضد الكعكعة anticaking مثل ثلاثى فوسفات الكالسيوم فى هذا) ثم تحجم. والصورة (٨) تبين الخطوات المفتاح فى كبسلة النكهة بالبثق.

وأحدى الطرق تضيف زيت طيار مثل زيت قشر البرتقال وبه مضاد أكسدة وعامل تشتت إلى منصهر مائى لجوامد شراب القلب (٤٥ م.د D E) وجليسرين. وذائب شراب القلب إحتوى من ٣ - ٨,٥٪ رطوبة وإحتفظ به على درجة حرارة من ٨٥ - ١٠٥°م عادة ١٢٠°م. وخليط النكهة/شراب القلب قُلِّبَ بشدة تحت جو من النتروجين ليكون مستحلباً خالياً من الأكسجين. ويضغط المستحلب من خلال قالب فى سائل لايختلط ساخن (مثل زيت نباتى أو معدنى) والذى يُبَرَّد سريعاً أو يُبْثَق إلى قريصات ويسمح له بالتصلب. والقريصات المتصلبة أو الكريات الصلبة تطحن إلى حجم الجسيم المرغوب وتغسل بمشابه البروبانول isopropanol لإزالة الزيت السطحى ثم تُجَفَّف تحت فراغ للحصول على مادة مُحَبَّبَة حرة الإنسياب تحتوى ٨- ١٠٪ منكهات flavoring. وقد

وجد أن استخدام درجات الحرارة المثلى وتركيز المستحلب الأمثل والضغط الأمثل فى وعاء الطبخ نتج عنه تَحَسُن فى كفاءة الكبسلة مع تحميل نكهات عالٍ.

وعملية البثق مفيدة مع المواد الحساسة للحرارة وإستخدمت فى كبسلة المنكهات وفيتامين ج والملونات، وميزتها الكبرى حماية النكهة ضد الأكسدة ولكنها غالية. وكذلك فإن البثق عملية تتطلب أن تتحمل المنكهات درجات حرارة ١١٠ - ١٢٠°م لفترات جوهرية بدون تهدم.

زيت طيار
⇩
مضاد أكسدة (إختيارى)

خليط محملاً (سكر-نشا)
⇩
التسخين إلى الحالة المنصهرة
⇩
مستحلب

نيتروجين ← إستحلاب (فى وعاء معلق)
⇩
بثق
⇩
مشابه البروباتول ← تكسير بالصدمة (فى مشابه البروباتول)
⇩
فصل مشابه البروبانول
⇩
تجفيــــف
⇩
عامل ضد الكعكعة ← تصفية / تعبئة

صورة (٨): كبسلة نكهات الأغذية من خلال عملية البثق.

هـ- البثق بالطرد المركزى
centrifugal extrusion

البثق بالطرد المركزى هو عملية بثق مشاركة لسائل تستخدم بَزْبَازات تتكون من فتحات/فوهات توجد على المحيط الخارجى لإسطوانة دائرة (أى رأس). وإسطوانة الكبسلة أو الرأس تتكون من أنبوبة/أنابيب تغذية متحدة المركز/متمركزة تُضخ خلالها مادة التغطية ومادة القلب منفصلتين إلى العديد من البَزْبَازات المركبة على السطح الخارجى للنبيطة device. وبينما مادة القلب تمر خلال الأنبوبة المركزية فمادة التغطية تنساب خلال الأنبوبة الخارجية. والنبيطة كلها ملحقة بعمود دائر

بحيث أن الرأس تدور حول محورها العمودى. وكلما دارت الرأس فإن مواد القلب والتغطية تُبْثَق معاً خلال الفوهات المتمركزة/متحدة المركز للبرمازات كقضيب سائل من القلب مغلفة بمادة التغطية. والقوة المركزية الطاردة تجبر القضيب للخارج مسببة تكسيره إلى جزيئات صغيرة. وبواسطة فعل التوتر السطحى فإن مادة التغطية تغلف مادة القلب وبدا تتم الكسلة. وتجمع الكسولات على طبقة متحركة من نشا رفيع التحبب، والذى يهمد الصدمة ويمتص مادة التغطية غير المرغوبة. والحبيبات الناتجة بهذه الطريقة لها أقطار تتراوح مابين ١٥٠ - ٢٠٠٠ ميكرومتر.

وهناك طريقة أخرى تستخدم فى كبسلة الليبيدات الدائبة فى الماء كجزيئات من ١ - ١٥مم ، فتعدى مادة القلب إلى أسفل فى أنبوبة رأسية بينما مادة التغطية وهى محلول لزج من ألجينات الصوديوم يساب فى نفس الوقت خلال فتحة تشبه الحلقة حول قاعدة الأنبوبة مكونة غشاءاً عبر قاع البيطة. ومادة القلب المبثوقة تدفع الغشاء حتى تكسره وتحمل معها جزءاً منه. وبالغزل فإن الجزيئات تأخذ شكلاً كروياً وتصبح مكبسلة. وبالمرور خلال حمام مائى من خلات الكالسيوم أو جلوتامات الصوديوم أو لاكتات الكالسيوم تنتهى العملية بتحويل الغطاء إلى ملح كالسيوم غير ذائب فى الماء.

وعدد من المواد المستخدمة فى الأغذية والموافق عليها تم إعدادها لكبسلة منتجات مثل المنكهات والتوابل والفيتامينات. ومواد الصَدَفَة تشمل الجيلاتين والجينات الصوديوم والكاراجينان والنشا، ومشتقات السيليولوز والصمغ العربى، والدهن /أحماض دهنية، والشموع وجليكول عديد الإيثيلين.

(أنظر: بثق)

و- التجفيد lyophilization/freeze-drying

لأن التجفيد يتم على درجات حرارة منخفضة وضغط منخفض فمن الممكن الإحتفاظ بالمركبات الطياره. وقد وجد أن هذا الإحتفاظ يعتمد على الطبيعة الكيماوية للنظام، وأن الإحتفاظ بالنكهة زاد عندما إنخفض الوزن الجزيئى لمواد الجدار الكربوايدراتية وزاد مستوى الجوامد الكلية الذائبة (حتى حوالى ٢٠٪) فأمكن بإذابة خلطات من جوامد شراب الذرة وسكريات (أحادية وثنائية) فى محلول عبير على مستوى ٢٥٪ (وزن/وزن) ثم التجفيد بعد ذلك فالمعتقد أن ٧٥٪ من متطايرات العبير الأصلى إحتفظ بها فى خليط المالتودكسترين-سكروز الأمثل.

(أنظر: تجميد)

ز- التكوم المشترك coacervation

وقد تسمى فصل الأطوار - وهى تتكون من ثلاث خطوات:

١- تكوين نظام من ثلاثة أطوار لاتختلط formation of a three-immiscible chemical phase

فى هذه الخطوة يُكَوَن نظام ذى ثلاثة أطوار عبارة عن طور حامل صانع لسائل liquid manufacturing vehicle phase وطور مادة القلب وطور مادة التغطية إما بالإضافة المباشرة أو فى المكان بتقنية الفصل. ففى الإضافة المباشرة

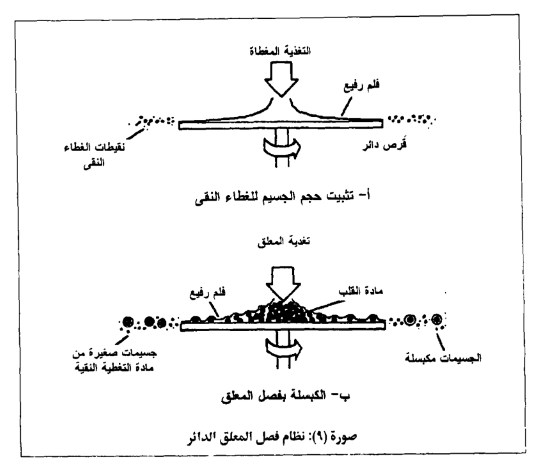
فشموع التغطية غير الذائبة ومحاليل البوليمر غير المختلط وبوليمرات سائلة غير مختلطة تضاف مباشرة إلى حامل صانع-السائل، بغرض أنه لايختلط مع الطورين الآخرين وأنه يستطيع أن يُسَيَل. إما في تقنية الفصل في المكان فموحود monomer يذاب في حامل سائل liquid vehicle وبعد ذلك يبلمر عند البيسطح.

٢- ترسيب الغطاء
deposition of the coating
ترسيب الغطاء البوليمر السائل حول مادة القلب يتم بخلط فيزيقي منصط لمادة التغطية (ولازالت سائلة) ومادة القلب في حامل التصنيع. وترسيب الغطاء البوليمر السائل حول مادة القلب يتم إذا إمتص البوليمر عند البيسطح المتكون بين مادة القلب وطور حامل السائل liquid physical phase. وظاهرة الإمتصاص هذه شرط أساسي لكفاءة التغطية. وإستمرار الترسيب للغطاء يتحسن بخفض في الطاقة الحرة للبيسطح الكلية للنظام والتي تحدث بخفض مساحة سطح مادة التغطية أثناء إندماج نقيطات البوليمر السائل

٣- تصلب الغطاء solidification of coating
تصلب الغطاء يتم بالحرارة أو التشابك أو إزالة المذيب وتكَوّن كيان كبسولة دقيقة يساند نفسه. والكبسولات الدقيقة عادة تُجَمّع بالترشيح أو الطرد المركزي وتغسل بمذيب مناسب ثم تخفف بإحدى الطرق لتعطى جسيمات منفصلة حرة الإنسياب.
والتكوم البسيط يتناول أنظمة تحتوى مذاب غروى واحد (مثل الجيلاتين) بينما التكوم المعقد يتناول أنظمة تحتوى أكثر من مذاب واحد (مثل الجيلاتين والصمغ العربي أو الجيلاتين وعديد السكر) والتكوم يمكن أن يقسم أيضاً إلى تقنيات فصل طور غير مائى وفصل طور مائى.
وإستخدم فصل الطور المائى لكبسلة زيوت الموالح والزيوت النباتية وفيتامين أ. وهى تتطلب غطاء محب للماء مثل الحيلاتين أو حيلاتين-صمغ عربى وجسيمات قلب غير ذائبة فى الماء. والكبسولات الدقيقة الناتجة تحتوى حمولات من ٨٥ - ٩٠٪ وتستطيع إطلاق محتوياتها بالضغط أو الماء الساحن أو تفاعل كيماوى. أما بالنسبة لفصل الطور غير المائى فالغطاء عادة كاره للماء والقلب قد يكون ذائباً فى الماء أو غير مختلط به.

ج- فصل المعلق بالطرد المركزى
centrifugal suspension separation
العملية تشتمل على تعليق جسيمات القلب فى مادة التغطية النقية المُسَيَلَة ثم صب المعلق على جدار قرص دائر تحت ظروف أن السائل الزائد بين جسيمات القلب ينبسط إلى فلم أرفع عن قطر جسيم القلب ويُذرر السائل الزائد إلى نقيطات دقيقة ويُفصل من المنتج المُغطى ويعاد تدويره. وتترك جسيمات القلب القرص محاطة ببقايا السائل وهذه تكون الغطاء. وتُصَلّب الجسيمات بالتبريد chilling والتجفيف (الصورة ٩). ويمكن معاملة عدد من مواد القلب بها لإنتاج الجسيمات (القلب) فى خلال ثوان إلى دقائق، ومنها المواد الحساسة للحرارة، كما أن مواد التغطية فى الحالة الصلبة أو السائلة أو المعلقة يمكن معاملتها دون مشاكل تجمع aggregation. والعملية لاتنتج أى جسيمات

غير مغطاة وفى مدى ٣٠ ميكرومتر إلى ٢مم، والغطاء يتراوح فى ثخانته من ١ - ٢٠٠ ميكرومتر. والكبسولات الدقيقة حُضِرَت بحمولات من ١ - ٩٧٪ متوقعاً على قطر الجسيم. وتوزيع حجم الحسيمات المكبسلة يشبه ذلك الخاص بالجسيمات غير المغطاة.



صورة (٩): نظام فصل المعلق الدائر

ط- التبلر المشترك cocrystallization

يستخدم التبلر المشترك السكروز كشبكة لدمج مواد القلب وبالرغم من أن السكر المحبب يتكون من بلورات كروية أحادية الميل كثيفة صلبة مع مساحة سطح محدودة فهى غير مناسبة كعامل كبسلة لكبسلة النكهة. ولأجل إدماج النكهات فى الشبكة فإن تركيب السكروز يجب أن يحرر من بلورة وحيدة كاملة إلى شكل متكتل غير منتظم دقيق الحجم micro-sized لزيادة مسافة الفراغ void space ومساحة السطح. وهى تشتمل على بَلْوَرَة ذاتية تنتج تجمعات فى حجم بلورات دقيقة أو فى حجم بلورات الفوندان تتراوح مابين ٣-٣٠ ميكرومتر بينما تسبب تمكين إصطياد كل المواد غير السكروز فى أو بين بلورات السكروز. والعملية تسمح بإدماج مكونات واحدة أو إرتباطات بين مكونات دائماً فى متجمعات السكروز المتبلرة.

فيركز شراب السكر إلى حالة فوق مشبعة ويحافظ عليه على درجة حرارة عالية لمنع التبلر. ثم يضاف كمية سبق تحديدها من مادة القلب إلى الشراب المركز مع التقليب الميكانيكى الشديد وبذا تسمح لتكون النويات خليط السكروز/المُكَون من أن تتبلر. وعندما يصل الشراب إلى درجة حرارة التحول والتبلر فإن كمية جوهرية من الحرارة تنبعث. ويستمر التقليب حتى يحسن ويُمَد التحول/التبلر وحتى تخرج المتكتلات من الوعاء. وبعد ذلك يتم تجفيف المنتج المكبسل إلى نسبة الرطوبة المطلوبة (إذا إحتاج الأمر) ثم يصمى/يغربل إلى حجم مُوَحَد. ومن المهم جداً ضبط معدلات تكون النويات والتبلر وأيضاً التوازن الحرارى أثناء الأطوار المختلفة (الصورة ١٠).

خليط الشراب
↓
تركيز
↓
محلول فوق مشبع
↓
تحول أو تبلر ← مادة النكهة
↓
بلورات دقيقة الحجم (منتج مندمج)
↓
تكتل
↓
بلورات متكتلة فيها ثغور
↓
تجفيف وطحن وتصفية
↓
منتج متبلر ذو وظيفة

صورة (١٠): تحضير النكهة المتبلرة المشتركة.

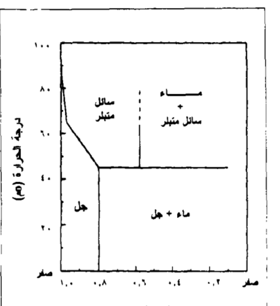
وتُكَون التكتلات شبكة فضفاضة تتحد مع بعضها عند نقاط التلامس. وتوجد المواد المكبسلة أساساً فى فرج بين البلورات. ونظرا لوجود ثغور فى التكتلات فمن السهل لسائل مائى أن ينفذ بسرعة فى المتكتلات ويطلق مواد القلب للتشتت و/أو الذوبان.

ى- إصطياد الليبوزومات
liposome entrapment

تتكون الليبورومات من طور مائى محاط تماما بغشاء مؤسس على فوسفوليبيد وعندما تشتت الفوسفوليبيدات -مثل الليسيثين فى طور مائى تتكون الليبوزومات عضوياً. ويمكن أن يكون هناك مواد تذوب فى الماء أو الدهن فى الليبوزوم. ولكن إصطياد الليبوروم لكثير من مركبات النكهة غير ممكن لأن الليبوزومات لن تتكون لمواد تذوب فى كل من الأطوار المائية والليبيدية. والصورة (١١) تعطى دياجراماً لطور مبسط لنظام ١، ٢ ثنائى بالميتويل فوسفاتيديل كولين-ماء
1,2-dipalmitoyl phosphatidylcholine.

وإضافة الماء تخفض درجة حرارة إنتقال الفوسفوليبيد إلى قيمة تُحِدْ (تح T_c) وهى أقل درجة حرارة يتطلبها الماء ليخترق بين طبقات جزيئات الليبيد. وعندما يبرد النظام إلى أقل من (تح T_c) فإن السلاسل الأيدروكربونية تتخذ حشواً/تعبئة منظماً. ويُعْرَف تركيب هذا الطور بالجل gel وهو رقائقى مع سلاسل أيدروكربون ممتدة. وكل نوع من جزيئات الفوسفوليبيد يتميز بدرجة حرارة طور-إنتقال خاصة. وتحت تح T_c سلاسل الأسايل الدهنية صف/نظام array شبه

متبلرة، بينما فوق تم T_c السلاسل في حالة شبه سائلة.



صورة (١١): دياجرام طور نظام ٢،١-ثنائي بالميتويل-ل-فوسفاتيديل كولين-ماء.

وهناك متطلبان أساسيان للكبسلة الدقيقة لليبوزوم. الأول هو أن الليبيد يجب أن يكون له قيمة طاقة حرة لجيبس (Δج ΔG Gibb's free energy) سالبة لتكوين تركيب الطبقة الثنائي لأن قيمة Δج ΔG سالبة بين حالتي نظام تبين تفاعلاً مرغوباً favorable. والثاني بالقرب من درجة حرارة الغرفة فإن قيمة Δج ΔG لتكوين الليبوزومات دائماً سالبة وبالتالي فهي صالحة favorable. وبالرغم من أن الديناميكية الحرارية تصلح favorable فإن هذا لايعني أن التفاعل يتقدم /يحدث آلياً؛ فعادة من الضروري التغلب على حاجز طاقة لإبتداء التفاعل. وبعض الطرق المستحدمة لإنتاج ليبوزومات لأغراض خاصة هي كمايلي:

١- التسييل الدقيق microfluidization

هذا النظام مبنى على حركية قنوات دقيقة مصممة خصيصاً فالقوة الدافعة momentum والإضطراب يسمح لمستحلَب الليبيد أن يتغلب على حاجز الطاقة Δج$^{++}$ ΔG^{++} ويعمل مُسَيل دقيق - يعمل بالهواء- على ضغوط حتى ١٠٠٠٠ باوند على البوصة psi. وتُستَخدَم طلمبة تدار بالهواء المضغوط لضح مستحلَب الليبيدات المائي، وتيار تغذية منفرد يقسم إلى قسمين مُسَيلَين وهما يتفاعلان مع بعضهما البعض على سرعات فائقة العلو وفي قنوات دقيقة مُعَرَفَة بالضبط. وقد وجد أن ليبوزومات صغيرة (٠,١ ميكرومتر في القطر) مع كفاءة مذاب عالية يمكن تكوينها بسهولة بواسطة تقنية التسييل الدقيق. فعند تركيز ليبيد أصلي ٣٠٠ ميللي جزيء mM، فحتى ٧٥٪ من أرابينوسايد السيتوسين أمكن إصطياده في فراغات هذه الليبوزومات. وتتلخص مزايا التسييل الدقيق في: (أ) يمكن تكوين حجم كبير من الليبوزومات بإستمرار مع إمكان قابلية تكوينها مرة أخرى. (ب) يمكن التحكم في متوسط حجم الليبوزوم. (ج) يمكن الوصول إلى كفاءات إصطياد عالية جداً (<٧٥٪). (د) المذابات التي ستكبسل لاتتعرض للتصويت sonication أو المنظفات أو المذيبات العضوية . (هـ) الليبوزومات الناتجة يظهر أنها ثابتة ولاتتجمع أو تلتحم.

٢- فوق التصويت ultrasonication

يتم تصويت sonicate الفوسفوليبيدات بغمر مِسْبَر probe معدنى مباشرة فى معلق من ليبوزومات كبيرة. فهذه طريقة وطريقة أخرى فإن مشتت الليبيد يقفل فى قنينة زجاج ثم تعلق فى حمام تنظيف فوق صوتى وهذا يحتاج إلى تصويت طويل (٢ ساعة) فى حين أن تصويت المسبر يحتاج فقط إلى دقائق، ولكن لها ميزة أنه يمكن أجراؤها فى وعاء مقفل تحت نتروجين أو أرجون ولاتلوث الليبيد من طرف معدن المسبر. وهذا يستخدم فى إنتاج SUV.

٣- تبخير الطور العكسى

reverse-phase evaporation

تستخدم لتحضير LUV حيث تُكَون الليبيدات مذيبات مائية - غير قطبية مُذَيلات micelles معكوسة (أى ذيول الليبيد تنغمس فى الطور غير القطبى ومجموعات الرؤوس تحيط نقيطات الماء). وعندما يزال المذيب غير القطبى بالتبخير الدائر تحت فراغ فإن الطور المتوسط شبه-الجل يتعير إلى رقائق كبيرة وحيدة unilamellar وأوعية بضع رقائقية. وهذا ينتج عنه ليبوزومات ذات حجم موحد وتتراوح مابين ٠,١ - ١,٠ ميكرومتر فى القطر مع كفاءة كبسلة عالية حتى ٦٥٪ فى وسط قوة أيونية منخفضة. ولكن عيبها أن المكونات تتعرض للتصويت والمذيبات العضوية مما قد ينتج عنه مسخ البروتينات والجزيئات الأخرى التى لها ثبات مماثل.

ك- التبلر البيسطحى

interfacial polymerization

يحدث التبلر البيسطحى عندما يكون هناك نوعان من المتبلرات المتفاعلة، كل مذاب فى سائل مختلف، يتفاعل أحدهما مع الآخر إذا شُتت سائل منهما فى الآخر. وتفاعل البلمرة يتم عند البيسطح بين السائلين المتبلمرين. ويمكن إستخدام التبلر البيسطحى لكبسلة: ١- محاليل أو مُشَتَتَات مواد كارهة/غير محبة للماء hydrophobic. ٢- لكبسلة محاليل مائية أو مُشَتَتَات لمواد محبة للماء hydrophilic. وفى عملية الكبسلة الدقيقة كل من الطور المُشَتَت والطور المستمر يعمل كمصدر لأنواع التبلر المتفاعل. وعموماً فهى تتقدم بمعدل سريع ينتج عنه تكون فلم رفيع حداً له الخواص الفيزيقية لغشاء شبه ممد semi-permeable والذى تتأثر خواصه كثيراً بزمن التفاعل. كما يُحَدِد حجم الكبسولة النهائى حجم الموحود monomer الأول ويتراوح الحجم من ١ ميكرومتر إلى عدة مليمترات. وهذا الحجم دالة لزمن التقليب. وزيادة تركيز المستحلِب يُعْطى مدى ضيقاً لتوزيع الحجم، وكذلك يعطى إنخفاضاً فى متوسط حجم الجسيم. ولكن لأن معظم المغطيات ليست فى درجة الغذاء فإستخدامه محدود فى الأنظمة الغذائية.

ل- تعقيد مُضَمَّن - تضمين جزيئى

inclusion complexation - molecular inclusion

هذه التقنية تتم عند المستوى الجزيئى، فهى تختلف فى ذلك عن العمليات التى سبق ذكرها

حتى الآن ويستخدم الـ β-دكسترين الدائرى β-cyclodextrin كوسط للكبسلة، فهو بصع حريئات جلوكوز دائرى، ويتكون من سبع وحدات β-د-جلوكوبيرانوز متصلة بروابط (١ ←٤). ونظراً لتركيبه الجزيئى فالـ β-دكسترين الدائرى: ١- محدود الذوبان. ٢- له مركز غير محب/كاره للماء. ٣- له سطح خارجى محب للماء نسبياً. وهذه الخواص جميعاً تؤثر على تكوينه للمعقدات.

وجزيئاته تكون معقدات تضمين يمكن أن تُلاءَم من حيث الأبعاد فى فجوته المركزية. وهذه المعقدات تُكَوَن فى تفاعل يحدث فقط فى وجود الماء. وعلى ذلك فجزيئات أقل قطبية عن الماء (أى معظم مواد النكهة) ولها أبعاد جزيئية مناسبة تُلاءَم داخل الدكسترين الدائرى يمكن أن تدمج فى الجزىء. وفى المحاليل المائية فداخل الدكسترين الدائرى غير القطبى يُشْغَل بجزيئات الماء. هذا الموقف طاقياً غير صالح وعلى ذلك فالمواقع المحتلة بجزيئات الماء يتم إستبدالها بجزيئات ضيف guest أقل قطبية. ومعقدات الدكسترين الدائرة نسبياً ثابتة، وذوبانها فى المحاليل المائية يقل عن الدكسترين الدائرى غير المعقد. وبالتالى فالدكسترين الدائرى المعقد يترسب بسهولة فى المحلول، ويمكن إستعادته بالترشيح. وتعقيد الدكسترين الدائرى يتم بواسطة طرق ثلاث:

١- تقليب أو هز الدكمسترين الدائرى وجزيئات الضيف لتكوين معقد وهذا يمكن ترشيحه بسهولة وتجفيفه. وفى بعض الحالات تعقيد ضيف غير ذائب يمكن أن يتم بذوبان الضيف فى مذيب قابل للذوبان فى الماء.

٢- خلط الدكسترين الدائرى الصلب والضيف مع ماء ليكون عجينة، ويجب عدم إستخدام مذيب. وهذه الطريقة يمكن تطبيقها للراتنجات الزيتية oleoresins.

٣- دفع غاز خلال المحلول لكى يتم التعقيد وهذه الطريقة نادراً ماتُسْتَخْدَم.

وفى هذه الطرق كلاً من الدكسترين الدائرى وجزيئات الضيف يجب أن تذوب، فإذا كانت مادة الضيف غير ذائبة فى الماء فإنه من الضرورى إذابتها فى مذيب مثل الكحول.

وتكوين معقد الدكسترين فى الدائرة يتوقف كثيراً على الوزن الجزيئى لجزىء الضيف. ولأن جزىء واحد من الدكسترين الدائرى يُضَمِن جزىء ضيف واحد عادة فإن التحميل يتوقف على المُركّبات المُضَمَنَة. ولكن لايتم أقصى تحميل نظرى فكبريتيد ثنائى الميثيل يجب أن يعقد حتى ٥,٥٪ ولكر ٢٪ تحميل فقط أمكن تحقيقه.

والدكسترينات الدائرية لها ميل مختلف للمركبات الضيف guest compounds المختلفة وهذا قد يكون ميزة أو عيب فأمكن إزالة المركبات المرة تفضيلياً من عصائر البرتقال وتمر الجنة/جريب فروت. وفى حالة كبسلة مركبات النكهة تُكَوَن صفر (شبيه اليوجينول iso-eugenol) إلى ١٠٠٪ تضمين (هكساموات الإيثايل واللينالول) عندما أضيف نموذج نظام نكهة إلى β-دكسترين دائرى فى خليط إيثانول-ماء. وفقد مركبات النكهة عاد إلى نقص فى التضمين أكثر منه إلى فقد فى

خطوات الإستعادة التالية و/أو التجفيف. فالمعقد إذا كُوِّن كان ثابتاً تماماً للتبخير فتم فقد ٥٪ من المتطايرات المُتَضَمَّنَة بعد سنتين من التخزين على درجة حرارة الغرفة، كما أن معقدات التضمين ثابتة ضد الأكسدة.

ولكن من عيوب تعقيد الدكسترين الدائرى فى تكوين النكهات: ١- محتوى النكهة مقيد الكمية (متوسط ٩ - ١٤٪ بالورن). ٢- حجم وقطبية النكهات يُحِدْ من نفع العملية. ٣- يعمل الدكسترين الدائرى كإنزيم صناعى وأحياناً يعزز معدل حلمأة مركبات النكهة من نوع الإستر مما ينتج عنه غش غير مرغوب للنكهة. ٤- الذوبان فى الماء لمعقدات النكهة فى β-دكسترين دائرى عادة أقل كثيراً عن عينات الكبسولات الدقيقة المجففة بالرذاذ وغيرها.

رابعاً: المكونات المكبسلة وتطبيقاتها

encapsulated ingredients and their application

يمكن تغيير خواص المواد النشطة بالكبسلة فمثلاً المناولة والإنسياب يمكن أن تحسن تحويل سائل إلى صلب، كما يمكن حماية المواد المسترطبة من الرطوبة، وكذلك حماية وثبات المكونات المتطايرة أو الحساسة للحرارة أو الضوء أو الأكسدة، مما يزيد من عمر الرف وغير ذلك.

أ- المحمضات acidulants

الأحماض الغذائية غير المكبسلة تتفاعل مع مكونات الأغذية وتنتج تأثيرات غير مرغوبة مثل قصر عمر الرف لنكهات الموالح وكذلك الأغذية المحتوية على نشا (مثل البودنج ومالئات الفطائر حيث يُحَلْمِىء الحمض النشا) وفقد النكهة وتدهور اللون وإنفصال مكونات. ولكن الأحماض الغذائية المكبسلة تتغلب على هذه الصعاب وغيرها لأنها تمنع الأكسدة وتوفر درجة عالية من الإنسياب بدون تكتل وتضبط الإنطلاق للمواد المكبسلة تحت ظروف معينة. كما أنها تخفض من الإسترطاب وتكوين الغبار dusting. وبعض الإستخدامات هى كمايلى:

١- مساعدات معاملة اللحم

meat-processing aids

الأحماض المكبسلة مثل حمض اللاكتيك والستريك وجلوكونو-δ-لاكتون (ح.د.ل GDL) glucono-δ-lactone تُسْتَخْدَم لمساعدة تطور اللون والنكهة فى مستحلَبات اللحم وفى منتجات السجق الجاف وفى اللحوم المعاملة غير المطبوخة وفى المنتجات المحتوية على لحم مثل عجائن اللحم الغذائية. وكبسلة الدهن تسمح للحمض أن يبقى بعد عملية الخلط معطياً تشتتاً موحداً فى اللحم. وبعد ذلك فالحمض المكبسل يَضْبط الإنخفاض فى رقم جـ يد ويمنع إنعقاد setting اللحم قبل الأوان.

كذلك يخلط الحمض المكبسل مع اللحوم المفرومة المعاملة بالنتريت، وعند المعاملة الحرارية يُطْلَق الحمض مما ينتج عنه خفض رقم جـ يد ويحسن التطور السريع وثبات لون اللحم المعالج. وظروف اللحم الحامضية تساعد فى إنتاج حمض النيتروز أو ثنائى النتروجين ثلاثى الأكسيد من نيتريت الصوديوم الخارجى. وكلا حمض

النيتروز وثنائي النتروجين ثلاثي الأكسيد dinitrogen trioxide هي عوامل نترزة nitrosating والتي تتفاعل مع مجموعة الهيم في الميوجلوبين لتكون صبغة اللحم المعالج المطبوخ.

٢- مهيئات العجين dough conditioners

تحتاج صناعة الخبيز إلى أحماض ثابتة وصودا خبيز لإستخدامها في الخلطات المبتلة والجافة لضبط إنطلاق ثاني أكسيد الكربون أثناء المعاملة والخبيز الذي يتبع ذلك. وتتم كبسلة مختلف أنواع مكونات نظم الرفع، وكذلك حمض الأسكوربيك وحمض الخليك وحمض اللاكتيك وسوربات البوتاسيوم وحمض السوربيك وبروبيونات الكالسيوم وكلوريد الصوديوم.

وإستخدام فيتامين ج المكبسل يقوى ويهيىء الخبز وعجين الأرغفة الأقراص roll doughs ويعطي تأثيرات موجبة للنواتج النهائية. فمثلاً لون قشرة crust موحد وتحسين في تكوين الشرائح وتركيب أقوى مما يساعد في إضافة مكونات بروتينية مثل دقيق فول الصويا ومسحوق اللبن الفرز وجنين القمح.

وبالنسبة للعجين المرتفع بالخميرة فإن الملح المكبسل وسوربات البوتاسيوم المكبسلة وحمض السوربيك المكبسل تستخدم لأنها لاتسمح لرقم pH أن يهبط مبكراً جداً في عملية الخبيز، مما يسمح للخميرة بالنمو. وبعد الخبز فإن خصائص تثبيط الفطر لهذه المكونات تنطلق في العجين.

٣- محمضات مكبسلة أخرى

other encapsulated acidulants

تُستَخدَم الأحماض كسوائل، ولكن يمكن ماولتها أحسن لو كانت مواداً صلبة. وقد تم كبسلة حمض الفوسفوريك الغذائي في تشتت يحتوي عاملاً مكوناً لفلم ومُكَوِناً يُكَوِن شبكة. والمشتت يعامل حرارياً ثم يبثق في كحول مائي بارد لتتصلب مكونات تكوين الشبكة ولكي يسمح لعامل تكوين الفلم ليتصلب إلى تركيب زجاجي vitreous.

ب- عوامل النكهة flavoring agents

معظم مركبات النكهة سائلة على درجة حرارة الغرفة ومكوناتها تميل إلى أن تكون حساسة للضوء والهواء والتشعيع ودرجات الحرارة المرتفعة. وهي بجانب دلك مواد زيتية محبة لليبيد، فمن الصعب معاملتها والتعامل معها. وبكبسلتها نحصل على مركبات نكهة صلبة يمكنها أن تحمي النكهات حتى الإستخدام. وعوامل النكهة والتوابل كُبْسِلَت بعدد من الطرق من بينها: التجفيف بالرذاذ ونظم المكومات المشتركة لتكوين أفلام محلقة وبإستخدام الدكسترين الدائرى وبإستخدام التعدلية بالبثق وبإستخدام مغطيات غير ذائبة في الماء والمُتَبلات وزيوت التوابل المجففة بالرذاذ والنكهات الصاعية والنكهات من الكائنات الدقيقة.

والنكهات المكبسلة تشمل زيوت الموالح والنعناع والبصل والثوم والراتنجات الزيتية للتوابل والتوابل الكاملة. وكثير من السوائل الطيارة يمكن كسلتها ثم تجفيفها لتعطي مساحيق حرة الإنسياب.

وبالتخزين يكون الفقد فيها أقل مايمكن (الجدول ٣) وذلك تحت الظروف المحيطة.

جدول (٣): ثبات الكبسولات الدقيقة للنكهة.

النكهة المكبسلة	متوسط حجم الكبسولة (ميكرومتر)	مدة التخزين (أيام)	محتوى النكهة فى الكبسولات الدقيقة	
			٪ إبتداء	٪ نهاية
كاسيا	٧٥٠	٧٣٠	٨٧,٨	٨٦,١
	٢٠	٧٣٠	٦٣,١	٥٩,٢
	٦٠٠	٤٠٠	٩٠,٢	٨٩,٩
الليمون	٢٥٠	٥٠٠	٧٠,٥	٧٦,٣
	٤٠	٧٣٠	٧٤,٠	٦٧,٩
	٢٠	٧٣٠	٦٠,١	٥٩,٩
ليمون بنزهير	١٠٠٠	٤٠٩	٩٢,٥	٨٩,٦
النعناع البستانى /الفلفلى	٥٠٠	٧٣٢	٧٥,٣	٧٤,٦
	٢٠	٧٣٠	٥٨,٥	٥٦,٣

وكبسلة النكهات بالتعقيد المُضَمَّن inclusion complexation فى β-دكسترين دائرى حماها من التطاير والأكسدة. وربما إمتدت فترة التخزين لعشر سنوات (الجدول ٤). وتركيب مُجَفَّف بالرذاذ ويشتمل على مادة متطايرة و/أو مكون عُرْضَة liable فى حامل يمكن كبسلته مرة ثانية فى شبكة زجاجية مبثوقة وهذا يسمى كبسلة مزدوجة double-encapsulation.

ج- المحليات sweeteners

تتعرض المحليات لتأثير الرطوبة و/أو درجة الحرارة والكبسلة للسكريات أو المحليات الغذائية أو الصناعية تقلل من إسترطابها وتحسن إنسيابها وتطيل الشعور بالحلاوة. فالسكر المكبسل مع الدهن والذى أدخل فى صمغ المضغ chewing gum يتطلب قص/جز shear أكثر ودرجة حرارة أعلا لإطلاق حلاوته عن السكر غير المكبسل الذى يذوب فى الفم بسهولة.

جدول (٤): التغير فى محتوى النكهة فى معقدات الدكسترين الدائرى-توابل بعد ١٠ سنوات تخزين تحت ظروف تخزين طبيعى.

العينة	محتوى النكهة فى العينات (٪)	
	١٩٧٧	١٩٨٧
زيت الثوم	١٠,٤-١٠,٢	١٠,٣-١٠,٠
زيت البصل	١٠,٦-١٠,٤	١٠,٤-١٠,٢
زيت الكراويا	١٠,٥	١٠,٢-٩,٩
زيت الزعتر	٩,٨-٩,٤	٩,٢-٩,٠
زيت الليمون	٩,١-٨,٩	٨,٨-٨,٦
الخردل	١١,٠-١٠,٨	١١,٢-١١,٠
الآنسون	٩,٢-٩,٠	٩,٣-٩,٠
النعناع الفلفلى	٩,٧-٩,٤	٩,٢-٩,٠
عتر/مردقوش	٩,٠-٨,٨	٨,٢-٨,٠
برتقال	٩,٥-٩,٠	٧,٠-٦,٠
طرخين	١٠,٣-١٠,٠	٩,٠-٨,٨

وقد كبسل الإستر الميثيلى لـ ل-أسبارتايل-ل-فينيل ألانين وله حلاوة أعلا من السكروز ١٨٠ - ٢٢٠ مرة لإستخدامه فى صمغ المضغ. ويدعى البعض أنه أكثر ثباتاً فى وجود الماء وعند إرتفاع درجة الحرارة. فكبسل الاسبارتام aspartame فى فلم مكون من خلات عديد الفينيل مرتفعة

الـورن الجريني ومُلَّدِن غير محب للمـاء (سلاسـل أحماض دهنية ١٦ - ٢٢ درة كربـون مرتبطـة فـي أحادى أو ثنائي الجليسرول). وفـي هـذه العملية أمكن كبسلة مكونات نشطة من بينها ألياف غذائية ذائبة وعوامل تنكيه وأدوية. ويعطي الجـدول (٥) بعض المنتجات المكبسلة بالتبلر المشترك.

د- الملونات colorants

الألـوان الطبيعيـة مثـل الأنـاتو والـ β-كـاروتين والكُرْكُمْ لها مشاكلها الذوبانية أثناء الإستخدام وقد تخلق سحابات من الغبار. والألوان المكبسلة أسهل فـي التـاول وأحسـن فـي الذوبـان وأثبـت ضـد الأكسدة وتنضبط أكثر في التنضيد stratification من المخاليط الجافة. كما يمكـن كبسلة الألـوان المحلقة مع مكونات الغذاء لتحسين ثباتها.

جـدول (٤): أمثلـة علـى منتجـات كُبْسِلَت بـالتبلر المشترك.

بلـورات سـكر مُنَكَهة	السـكر البنـي والشـكولاتة والعسـل الأبيض والأسود وحبيبات زبدة الفول السوداني.
بلـورات عصـير فاكهة.	عصائر قمام المناقع والعنب والبرتقال وتوت العليق والفراولة.
مساحيق الزيـوت الطيارة.	زيـوت القرفـة والليمـون والبرتقـال والنعناع الفلفلي.
نكهات حافة.	نكـهات البارِبـاكيو ودهـن القـر والترسـكوتش butterscotch والشكولاتة والقيقب والدخان.
مواد طيارة.	الأسيتالدهايد وثنائي الإسيتيل

وقـد أمكـن كبسـلة صبغتـين دائبتـين فـي الريـت: الراتـج الريتـي للفلفـل الحلـو paprika والـ β-كـاروتين. فالصبغة في الزيت أذيبت فـي محلـول مائي يحتوى ٦٠٪ (وزن/وزن) جوامد شراب الذرة و ١٪ (وزن/وزن) عديد الببتون. ثـم جُفِفَ النـاتج بـالتحميص تحـت فـراغ علـى ٦٠°م وكُـونَ منـه حبيـات بكسوتها بقشرة crusting والحل. وهـذه الحبيبات والتى أحتـوت ١٢٪ تقريباً صبغة-محتوية زيتاً لم تتغير في اللون أثناء التخزين لمدة ٢٠ يوماً علـى ٦٠°م أو عندمـا شُعِعَت مـن لمـة فلورسـنت. وتَحَسّن تشتت الصغات في الماء بكسلتها في شبكة من البروتين-كربوايدرات.

هـ- الليبيدات lipids

كبسـلة الدهــون المحتويــة علــى كميــات مــن الأحمــاض الدهنيــة عديــدة عــدم التشــبع (ح.د.ع.ع.ش PUFA) مــهم بالنســبة لعلــف الحيوان. كما أنه مستخدم الآن في إنتاج مساحيق عالية الدهن ودهون تنعيم لإستخدام الإنسان. وزيـوت السـمك تحتـوى حمـض إيكوزابنتـاإينويك (إب EPA) وحمـض دوكوزاهكسـاإينويك (د.هــ DHA) وحمـض دوكوزابنتـاإينويك (د.ب DPA) وهـي مـن أوميجـا ٣-ح.د.ع.ع.ش والتـى تخفـض الجليسـريدات الثلاثيـة فـي السـيرم وكذلـك الكوليسـترول. و د.هـ DHA ضـروري للوظـائف العصبية وقد يكـون لـه دور في تركيب المـخ. فـي حين أن د.ب DPA له منافعه فـي أمـراض أوعيـة القلب. ولكن لعدم تشبعها هي عرضة للأكسدة وإن كانت الكبسلة تحسن من ثباتها ضد الأكسدة.

وقد تمت كبسلة حمض اللينولييك داخل عطاء من المالتودكسترين فى وجود منظفات ولم يتعرض للأكسدة. كما أن زيت نخالة الأرز rice-bran المجفف تحت فراغ والذى دفن embedded فى حبيبات تحتوى جوامد شراب الذرة وعديد ببتون لحم الخنزير لم تتأكسد كثيراً بتعريضها للهواء على درجة حرارة عالية لمدة أسابيع. كما أن زيت السردين المدفون فى مسحوق بياض البيض المُجَفَف بالرذاذ كان ثابتاً لإستخدامه فى عمل السكويت الحلو كمصدر لأوميجا-٣ ح.د.ع.ع.ش، ولم تتأثر الجودة الحسية. وكانت الكبسولات الدقيقة للمساحيق المُجَفَفَة بالرذاذ ودات نشاط الماء (نم) المختلف والمحضرة من المحاليل الكحولية للجليادين وحمض اللينولييك وحمص البالمتيك مقاومة جداً للتهدم التأكسدى أثناء تخزين طويل الأمد على نسب رطوبة مختلفة. وأيضاً خُفِفَ بالرذاذ مستحلَب زيت عجل البحر المحتوى على ٢١ - ٢٦٪ أحماض دهنية طويلة السلسلة أوميجا-٣ مع إما β-دكسترين دائرى أو حوامد شراب الذرة أو مالتودكسترين فَوُجِدَ أن β-دكسترين الدائرى كان أكفأ عامل إصطياد كما أنه منع التدهور التأكسدى.

و- الفيتامينات والمعادن
vitamins & minerals

كبسلة الفيتامينات والمعادن توفر مميزات عدة فهى: تقلل من النكهات غير المرغوبة التى ربما تعطيها بعضها للمنتجات وتسمح بزمن إطلاق للمغديات وتحس من ثبات الفيتاميات لدرجات الحرارة المتطرفة ونسب الرطوبة وتقلل من تفاعلها مع المكونات الأخرى. كما تسمح بتحسين خواص إنسيابها وتقلل من تكون الغبار عند إضافتها للخلطات الجافة. وقد كسلت الفيتاميات والمعادن فى شكة غطاء من سيليولوز الإيثايل مع أحادى إستر بروبيلين الجليكول واحادى الجليسرول المؤستل acetylated. والفيتاميات القابلة للذوبان فى الماء تكبسل فى السيليولور إيثايل لأنه غير قابل للذوبان فى الماء والأغطية - بزيادات فى السماكة - تقلل من نفاذية الماء فى الكبسولات. وفى حالة الثيامين فى منتجات الحبير حيث تتعرض للهدم فى الوسط المتعادل أو القلوى يمكن بكبسلته فى كبسولة دقيقة من غطاء سيليولور الإيثايل حمايته من الظروف القلوية وإخفاء الطعم المر غير المرغوب. وقد وُجِدَ أن الأسباجتى المطبوخة المُغَنَاة بفيتامينات الثيامين والريبوفلافين والنياسين المكبسلة كانت أعلا من تلك المحتوية على فيتامينات غير مكبسلة.

والفيتاميات القابلة للذوبان فى الليبيد قد تَفْقِد شاطها بسب التتابه isomerism وتكوين أنهيدرو الفيتامين والأكسدة والتفاعلات الصوئية الكيماوية photochemical. ولكن هذا الفقد يمكن أن يقلل فى الأغذية المقواة إلى أقل حد ممكن إذا أضيفت الفيتاميات كمعقدات دكسترين دائرى او خريزات جيلاتين مكبسلة، فمثلاً زاد ثبات فيتامين أ فى اللبن الفرز بالكبسلة فى الجيلاتين.

وكبسلت مركبات الحديد لتحسين اللون والرائحة وعمر الرف فى المنتجات المقواة. فالكبسلة قللت من قدرة الحديد على التفاعل مع المكونات الاحرى وخففت اللون. وقد كسلت كبريتات

الحديـدوز – وهــو مســحوق دقيــق أبيــض حــر الإنسيــاب – بحيــث خُـزن لمـدة ستة أشـهر دون تدهـور. والكالسـيوم المغطـى بالليسـيثين ليكـون ليبوزامات يمكن إضافته إلى لبن الصويـا – الأفقر من لبن البقر فى الكالسيوم – بدون تفاعلات غير مرغوبة بين الكالسيوم والبروتين فَقُوِيَت ١٠٠ جـم من لبن الصويا بمقدار ١٢٠ مجم كالسيوم.

ز- الإنزيمات enzymes

الإنزيمات المكبسلة تُعْزَل من مادة التفاعل وبـذا تصبح كامنة ويمكن إختيار كبسولة ذات خـواص معينة تسمح للإنزيم بالتفاعل عند وأين وكيف مع مـادة التفـاعل. وبـالتحكم فـى خـواص السـطح للكبسولات الدقيقة يمكن أن تجعلها تـتراكم عنـد مكـان مجـهرى خـاص فـى الغـذاء، وعنـد الوقـت المعين تتركز عند الموقع المقصود بدلاً من كونها مشـتتة خـلال الغـذاء، وبـذا يمكـن إسـتخدام الإنزيمات بإختيارية أكثر وبكفاءة أكبر. كما أنـه يمكن إختيار كبسولة دقيقة موجبة لتسمح بإطلاق الإنزيم فى وقت معين. وقد أمكن كبسلة الإنزيمات لضبط نضـج الجبن كما كُبْسِلَ كل من الليبـاز والأنمرتاز.

ح- الكائنات الدقيقة microorganisms

تمتـاز كبسلة الخلايـا البكتيريـة الحيـة عـن كبسـلة إنزيمات نضج الجبن المنعزلة، فثبات الإنزيمات فـى الخلايا الكاملة أحسن منه فى المستخلصات. كما يمكن التحكم فى ضبط تركيز مادة التفـاعل فـى الكبسولات الدقيقة فى حالة الخلايـا الحيـة. وقـد أصطيـدت خلايـا *Brevibacterium linens* بنجاح فى كبسولات دقيقة لبنية مغطاة بالدهن وهذه البكتيريا تساهم فى نكهة منتجات الجبن الشيدر منخفضة الدهن عن طريق ماتنتجه من ميثانيثيول methanethiol ومركبـات كبريتيـة أخرى بإستخدام الميثيونين. والكائنات الدقيقة فى كبسولات دقيقة تسهم فى خفض زمن النضج للجبن الزرقاء أو إعطاء نكهتها للأغذية الأخرى. وقـد تم كبسلة جراثيم *Penicillium roqueforti* فـى شكلة غطاء دهن اللبن.

ط- الغازات gases

الحلويات المصنعة بثانى أكسيد الكربون المكبسل تعطى أزيزاً sizzling علـى اللسان عندما يـذوب القند فى الفم. وهذا القند ينتج بإدخـال الغاز على ضغط قدره ٥٠ – ١٠٠٠ باوند على البوصة psi فى السكر المنصهر. ويبلغ تركيز ك أ٢ فى القنـد مـن ٠,٥ – ١٥ مل/جم سكر. كما يمكن حقن الغاز فى نظام الكبسلة ويغطى مع مخاليط القلب الرغوية والأروماتية.

ي- مضافات أغذية أخرى
other food additives

كل مضافات الأغذية يمكن كبسلتها نظرياً وتقنياً ولكن لايوجد منها تجارياً إلا قليل نظراً لإعتبارات كثيرة. وقـد تم كبسـلة أحـادى حمـض الكـابريك وحمض الأولييك. وكذلـك جسيم مغطـى لبديـل الملح. وكذلك فإن مضادات الأكسـدة المكبسلة يمكن أن تكون نافعة.

خامساً: آلية الإطلاق المنضبطة وتأثيراتها
controlled release mechanism & effects

الكبسلة تسمح للمكونات المتفاعلة أن تُفْصَل من بينتها حتى يُرْغَب فى إطلاقها. ولو أن الفصل هو حقيقة الغرض من الكبسلة، فإن آليات mechanisms إطلاق مادة القلب يجب أخذها فى الإعتبار. وفى الواقع عند تصميم مُكَون مُكَبْسَل فإنه يجب تحديد آلية الإطلاق المرغوبة وكذلك طريقة لقياس الجودة. فمثلاً يمكن لمادة فى غذاء مُكَوَن أن تُطْلَق عند الإستهلاك ولكنها تُمْنَع من الإنتشار خلال المنتج أثناء عمليات المعاملة (مثل النكهات والمغذيات). كذلك فمُضَاف additive قد يطلق فى خطوة معاملة معينة ولكن يُخْمَى فى عمليات سابقة (مثل الأحماض وعوامل الرفع وعوامل التشابك cross-linking).

ولأن الخواص الفيزيقية والكيماوية للمركبات المتطايرة محكومة بتركيبها ولايمكن تغييرها فيجب معالجة إحتيار شبكة الكبسلة وأيضاً تكوين النكهة نفسها إذا كانت النكهة مُركَبَة. فبإختيار شبكة الكبسولة ذات الإختيارية المحدودة limited selectivity والتى فى الواقع يتم إختيارها لتتحيز/لتتميز ضد إختلافات الضغط البخارى ومعدل التدفق المرغوب (أن ينطلق ببطء أو بسرعة ولكن موحداً). فعدم توازن النكهات يُمْكِن أن يُقَلَل إلى أقل حد ممكن. بجانب أنه لو كانت النكهة نكهة مُكَوَنَة formulated فقد يكون هناك فرصة لإختيار مركبات النكهة التى لها معدلات إطلاق متشابهة. وآليات الإطلاق المختلفة من أنظمة الإطلاق-تسليم release-delivery المنضبطة فى منتجات الإستهلاك معطاه فى الجدول (٥).

جدول (٥): آليات الإطلاق من أنظمة إطلاق-تسليم منضبطة فى منتجات المستهلك.

إطلاق إنتشار مُنْضَبط.	إطلاق غشاء-مُنْضَبط.
إطلاق ضغط-مُنَشَط.	إطلاق تمزيق tearing أو تقشير.
إطلاق مذيب-مُنَشَط.	إطلاق تناضحى مُنْضَبط.
إطلاق حساس لرقم حيد.	إطلاق حساس-درجة الحرارة.
إطلاق إذابة-مُنَشَط.	إطلاق هحين/مُوَلد.

أ- معدل الإطلاق release rate

معدلات الإطلاق من كبسولة دقيقة واحدة عادة رتبة صفر zero أو نصف half أو رتبة أولى first order. والرتبة صفر تحدث عندما يكون القلب مادة نقية والتى يمكن أن تطلق خلال جدار الكبسولة الدقيقة كمادة نقية. وإطلاق رتبة النصف يحدث عادة مع جسيمات الشبكة matrix بيما إطلاق الرتبة الأولى يحدث عندما تكون مادة القلب هى فى الحقيقة محلول مصطاد trapped فى شبكة صلب solid. وعندما تنطلق مادة المذاب solute من الكبسولة يُتَوَصَل إلى تركيز المذاب المرغوب.

ومخلوط من الكبسولات الدقيقة يشمل توزيعاً من الكبسولات تختلف فى الحجم وسماكة الجدار. وعلى ذلك فيجب إنتاج معدل إطلاق مختلف عن الرتبة الصفر أو النصف أو الأولى بسبب مجموع الكبسولات الدقيقة. ويجب فحص الأساس التجريبى لمعدل الإطلاق من مجموعة الكبسولات الدقيقة والتعرف على الإنحراف عن النظرية بسبب

التوزيع في الحجم وسماكة الجدار. وعوامل مختلفة تؤثر على معدل الإطلاق لمواد القلب ملخصة في الجدول (٦).

جدول (٦): المَعَالِم التي تؤثر على معدل إطلاق مواد القلب.

خواص التغطية/الغطاء	الكثافة، التبلر، التوجيه orientation، الذوبان، مستوى المُلدن، التشابك، قبل المعاملات pre-treatments.
خواص الكبسولة	الحجم، سماكة الجدار، الهيئة configuration، الإنسجام conformity، طبقات الغطاء، مابعد المعاملات post-treatment.
مَعَالِم تجريبية	درجة الحرارة، جهد، الرطوبة، المذيب، النشاط الميكانيكي، إختلاف الضغط الجزئي partial pressure differential (داخل وخارج الغطاء).

ب- آليات الإطلاق release mechanisms

الغطاء لايحمي فقط مادة القلب من الرطوبة والضوء والأكسجين ومكونات الغذاء الأخرى وعوامل خارجية إضافية ولكنها تسمح/تساعد في ضبط إطلاق مواد القلب. وعلى ذلك فإطلاق مادة القلب يتوقف على نوع وهندسة الجسيم ومادة القلب المستخدمة لتكون الكبسولة الدقيقة. وهذه العوامل تملي آلية الإطلاق للكبسولة والتي قد تكون مؤسسة على تأثيرات المذيب أو الإنتشار أو التدهور أو تمزق الجسيم fracture وفيمايلي بعض آليات الإطلاق.

١- إطلاق تمزيقي أو منشط بالضغط
fracturation or pressure-activated release

عدد من أنظمة إطلاق منضبط مُحَضَرَة بتقنية التكوم المشترك coacervation تعتمد على الضغط لإطلاق القلب النشط. والغطاء يمكن أن يمرق أو يكسر مفتوحاً بواسطة عوامل خارجية مثل الضغط أو القص/الجر أو فوق الصوت، أو بواسطة عوامل داخلية كالتي تحدث في الكبسولة الدقيقة التي لها غطاء نفاذ-إنتقائي permeation-selective coating. وكلا التمريق fracturation والإنتشار يشمل إطلاق منضبط للمواد المتطايرة، ولكن الإطلاق البطيء لمادة القلب من الكبسولة في حالة التمزيق هو ضرر detriment أكثر منه منفعة attribute. فكبسولة غير منفذة تماماً يحتاجها الأمر ولاتُطلِق إلا بالتمرق rupture. فمثلاً الكبسولات المصنوعه من دهن متصلب أو شموع لاتذوب في الماء ولكنها يمكن أن تُطلِق محتوياتها بالتكسير الميكانيكي مثل القص/الجز أو زيادة درجة الحرارة إلى نقطة إنصهار الدهن (أنظر V ب). والمضغ هو أكثر طرق الإطلاق الميكانيكية إستخداماً. كما يمكن الحصول على إطلاق لمواد القلب بإدماج عامل الإنتفاخ في مادة القلب أو بواسطة طريقة كهربية مغناطيسية مستخدماً قوى تفريغ/تدفق discharge أو قوى مغناطيسية. والإطلاق بالقوى التمزيقية force-fractured يتم في وقت قصير نسبياً مبتدئا

بظروف منضبطة معينة إذا قورن بآليات الإطلاق الأخرى.

٢- الإنتشار diffusion

الآلية تحد من إطلاق مادة القلب من الكبسولة إلى سطح الجسيم بضبط معدل الإنتشار للمركب النشط. فمعظم مادة الكبسولة نفسها تضبط الإطلاق (أى إطلاق منضبط-شبكة) أو أن غشاء قد يضاف إلى الكبسولة ليضبط الإطلاق (أى إطلاق منضبط-غشاء). ومعظم الكبسولات الدقيقة لها جدر رفيعة والتى يمكن أن تعمل كغشاء شبه منفذ. وبجانب ذلك ولأن الكبسولات الدقيقة صغيرة جداً فهى لها سطح كبير جداً لكل وحدة وزن وبالتالى فالإطلاق المنضبط كثيراً مايتم خلال عملية إنتشار-منضبط.

وإطلاق الإنتشار يتوقف على العلاقة الحركية بين القلب ومواد الجدار والمعدل الذى عنده تستطيع مادة القلب المرور خلال الجدار الخارجي وهذه تحكم تماماً بالخواص الكيماوية للكبسولة الدقيقة وبالخواص الفيزيقية لمادة الجدار مثل تركيب الشبكة وحجم الثغور. والإنتشار عملية نفاذ تساق بواسطة إنحدار فى التركيز أو قوى جاذبة بينى/وسط السلسلة. أو بمعنى آخر هى منضبطة بذوبان المكون فى الشبكة (هذا يوطد إنحداراً فى التركيز فى الشبكة ليدفع الإنتشار) ونفاذية المكون خلال الشبكة. وفى غياب شقوق أو ثقيبات أو أى صدوع أخرى، فإن الآلية الأولى لمواد القلب لتنساب خلال جدار أو غطاء هى الإنتشار المنشط أى أن النافذ penetrant يذوب فى فلم الشبكة عند ناحية التركيز العالى وينتشر خلال الفلم مساقاً بإنحدار التركيز (أى قانون فيكس Fick's law).

ش$_{ا}$ = -ن$_{اب}$ د ر$_{ا}$ / د ص $I_A = -D_{AB}\, dC_A / Dy$

حيث: ش$_{ا}$ I_A = دفق مادة القلب فى الإتجاه ص y، ن$_{اب}$ D_{AB} هو الإنتشارية diffusivity و د ر$_{ا}$ dC_A هو إنحدار التركيز) ويتبخر من السطح الآخر. ولو لم يكن مكون الغذاء يذوب فى الشبكة فإنه لايدخل الشبكة لينتشر خلالها بغض النظر عن حجم ثغر الشبكة.

والإنتشار يتوقف أيضاً على حجم وشكل وضغط البخار وقطبية الجزيئات النافذة وأيضاً على الحركة الفلقية segmental motion لسلاسل البوليمر. وهذا يشمل أيضاً قوى الجذب فى السلسلة مثل الربط الأيدروجينى وتفاعلات فان درفال Van der Waals ودرجة التشابك cross-linking ومقدار التبلر. وعموماً فالتشابك فى الشبكة لايعنى كثيراً فى معظم تطبيقات الأغذية. وفى ظروف محدودة يمكن للشبكة أن تتشابك إذا إعتبرنا الحدود التى تتطلبها المواد الموافق عليها للأغذية. ولكن تشابك البروتينات كنتيجة لتفاعلات مايارد Maillard يمكن أن يحدث ويؤثر على إنتشار المذيبات فى الشبكات المكبسلة المؤسسة على البروتين المسخن (مثل الجيلاتين). وبذا فإنه كلما زادت درجة التشابك كلما قل معدل الإنتشار خلال الشبكة (وبالتالى عملية منضبطة بسهولة لعمل كبسولة إطلاق-منضبط).

ويجب مراعاة الإطلاق الموحد للعبير فى نكهة مكبسلة إلى الغذاء لأن النكهة تتكون من مركبات عبير لها مدى من التطاير، وإطلاقها مثلاً فى الحيز

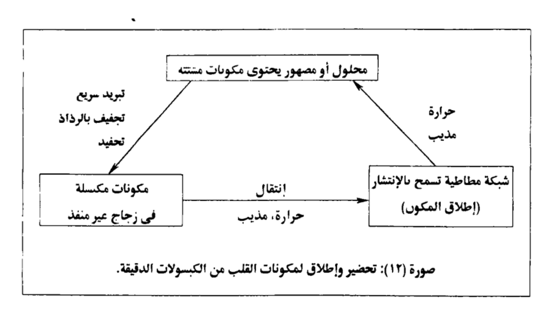
العلوى لعبوة غذاء لن يكون موحداً وبالتالى قد لايتحقق عبير متوازن مميز للغذاء. فتطاير أو ضغط البخار لهذه المركبات المختلفة ومقاومتها للإنتشار يؤثر على معدلها. وبالتالى فإن العبير يمكن أن يصبح غير متوازن عندما تنتشر المكونات خلال الكبسولة.

ومن المعروف أن نجاح الكبسلة يتوقف على تكوين تركيب غير متبلر شبه مستقر، زجاج glass، له نفاذية منخفضة جداً للمركبات العضوية المكبسلة داخله. وفى عمليات التجميف فوجود السكر و/أو البوليمرات فى نظام الكبسلة يقلل من محتوى الماء، وهذا يخفض من درجة حرارة إنتقال الزجاج والشبكة غير المتبلرة الناتجة تكون غير منفذة للمركبات العضوية وأيضاً للأكسجين. ولكن تبقى نفاذية الماء محدودة. وهذه الظاهرة والتى تعرف أيضاً بنظرية الإنتشار الإنتقائى لثيجسين والركن selective diffusion theory of Thijssen and Rulken هى أساس الكبسلة بإستخدام التجفيف بالرذاذ والتجفيد. ففى التجفيف بالرذاذ بتَكَوُن النقيطات فإن التبخير السريع من السطح ينتج طبقة سطح بها تعمل آلية الإنتشار الإنتقائى. إما فى التجفيد فتبلر الماء يصبح المحلول غير المتجمد لزجاً ويتأخر إنتشار مواد القلب. وعند بدء التجفيد فإن سطح هذا المحلول يصبح صلباً غير متبلر وفيه يلعب الإنتشار الإنتقائى دوره.

ويعتقد أن الإطلاق يحدث عندما يجتاز التركيب غير المنفذ الزجاجى متحولاً إلى حالة أكثر مطاطية وحركة (الصورة ١٢). وبذا فإن إنتقال مادة الشبكة : زجاج/مطاط هو إعتبار مناسب عند تقدير خواص الإطلاق. ويجب مراعاة حتى بعد تخطى محتوى الرطوبة الحرج أو درجة الحرارة الحرجة فإن معدل الإطلاق يستمر فى كونه دالة لمحتوى الماء ودرجة الحرارة والزمن. وهذه الحقيقة تسمح بتوليد أنظمة إطلاق منضبط. والمالتو دكستريات والمواد المشابهة ذات درجات حرارة التَقَوُض collapse المنضبط ليست فقط مهمة كعوامل كبسلة بل هى نافعة جداً فى حماية الإنزيمات والمواد البيولوجية الحساسة أثناء التجميف ومايتبعه من تخزين. والأسس متشابهة فى أن المواد الحساسة توضع فى وسط حَرَكَتُها فيه محدودة.

٣- إطلاق مُنَشَط بالمذيب solvent-activated release

لما كانت معظم شبكات الكبسلة تذوب فى الماء، فالماء فى المنتج الغذائى يذيب الكبسولة الدقيقة وبذا يحرر محتوياتها إلى الغذاء، أو يسبب أن الكبسولة تنتفخ إلى أن تنتدىء أو تُحَسِن إطلاق مادة القلب. ومع ذلك فالأغطية غير الذائبة فى الماء يمكن إذابتها بإختيار مذيب مناسب. وعوامل مكبسلة كثيراً ماتضاف إلى منتجات الأغذية مثل المشروبات الجافة وخلطات الكيك والشوربة. والنكهات المكبسلة فى هذه المنتجات تطلق عند إعادة التميؤ rehydration وإطلاقها قد يكون فجاة أو بتحرير مستمر أو مؤخر مُنَظَم بضبط أو بتنظيم معدل ذوبان الجدار أو بإنتفاخ مادة الجدار أو بتأثيرات رقم جه أو بتغيرات فى القوة الأيونية للوسط المحيط.



صورة (١٢): تحضير وإطلاق لمكونات القلب من الكبسولات الدقيقة.

ولو أن معظم مواد الجدار تسرع فى إطلاق مادة القلب بمجرد إعادة تميؤها فإن شبكات الكبسولات الدقيقة قد تحور لإطلاق المادة النشطة عند نقطة معينة (من الزمن). والإطلاق المنضبط تناضحياً يشبه الإطلاق المنشط بالمذيب فى أن قلب الجسيم يمتز مذيباً (عادة ماء) بمرور الزمن وينتفخ حتى تتفجر الكبسولة. ولأى مكون غذائى والذى يكبسل أولاً فى شبكة محبة للماء وبعد ذلك يغطى بأخرى محبة للدهن، فإن الإطلاق المنضبط تناضحياً يعمل إلى حد محدود. فالمنتج المكبسل ينتفخ فى آخر الأمر وإما يُمَدِد غطاء السطح مسبباً شقوقاً أو كسوراً أو يتمزق تماماً.

٤- إطلاق منشط بالإنصهار
melting-activated release

سلامة الغطاء يمكن أن تهدم بوسائل حرارية. وهذه الآلية من الإطلاق تشمل إصهار جدار الكبسولة (أو غطاء حام وضع على جدار الكبسولة) لإطلاق المادة النشطة. وهذه الطريقة سهلة التحقيق نظراً لأن مواد كثيرة تنصهر قد تمت الموافقة عليها للأغذية (مثل الليبيدات والشموع والليبيدات المحورة). فالأملاح والمغذيات وعوامل الرفع وعوامل التنكيه القابلة للذوبان فى الماء تمت حمايتها بأغطية غير محبة للماء لتعطيل إطلاق المُكَون النشط فى الغذاء حتى وقت الخبز. والغطاء غير المحب للماء ومادة القلب يجب ألا يقبلا الإختلاط الواحد فى الآخر لتجنب هجرة المُكَون النشط خلال مادة الجدار. وهذا يحد نمع هذه التقنية لتطبيقات كثيرة فى النكهة. وعلى اليد الأخرى فنكهة مكبسلة من قبل ومحضرة بالتجفيف بالرذاذ يمكن تغطيتها بشبكة غير محبة للماء من خلال تغطية بالطرد المركزى أو تقنية الطبقة المُسَيَلَة. وبهذا الشكل فالتغطية الثانية للنكهة توفر حواص إطلاق-صهر. ويعيب هذه الطريقة تخفيف النكهة بواسطة مادة الجدار الإضافية وزيادة التكاليف.

٥- التهدم الحيوى والإطلاق الحساس لرقم جيد
biodegradation and pH-sensitive release

يمكن للأغطية الليبيدية أن تـهدم بفعل إنزيمات الليبـازات ويمكـن لتغيرات رقم جيد أن تزعزع تركيب الليبوزيم المؤسس على الفوسفوليبيد وبذا تطلق الإنزيمات من قلب الليبوزوم.
(Pegg and Shahıdı)

كتن

الكتان linseed

الإسم العلمى *Linum usitatissimum*

الفصيلة/العائلة: كتانيات/كتانية Linaceae

(Everett)

هو عشب سنوى نشأ فى البحر الأبيض المتوسط وهو نبات رفيع مستقيم مع أوراق ضيقة وأزهار زرقاء وينمو إلى ٩١ سم. وإستخدمت بـذوره كغذاء. وهذه البذور البيضية اللامعة تحتوى جلوكوسيداً ساماً ولكن يتم إزالة سميتها بالحرارة. ويزرع الكتان لأليافه وهذه تقع فى اللحاء ولبذوره والتى تعامل إلى زيت وجريش. والزيت يستخدم لعمل الورنيش واللينوليم والصابون والجلد ويستخدم الجريش كعلف حيوان.

والآن يباع فى محلات أغذية الصحة وتحتوى البذور على ٢٤٪ بروتين، ٣٨٪ زيت و ٦٪ ألياف. وإتاحة الكربوايدرات غير معروفة.

ويحضر منه شاى يعالج البرد فثلاث ليمونات تقشر وتقطع وتضاف إلى ١,٩ لتر ماء يغلى ثم تصفى بعد التبريد ويحصل على ميوسلاج بنقع البذرة الكاملة فى ماء يغلى بنسبة ١٤ جم إلى ٤٨٠مل فتساعد فى الإمساك والدوسنطاريا والبلغم والإلتهابات الأخرى للجهاز التنفسى والأمعاء والجهاز البولى ويعمل ضد الدمامل وكمسهل.

كحل

كحول alcohol

الإيثانول سائل رائق عديم اللون يلتهب ويختلط بالماء وكثير من المذيبات العضوية وهو مسترطب ونسبياً غير سام وعندما يضاف إلى الماء ترتفع درجة الحرارة نظراً لحرارة الذوبان مع زيادة فى الحجم. ثم عندما يبرد المحلوط بعد ذلك يصبح أقل مما كان عليه الماء والإيثانول. ومعظم الإنكماش يحدث عند نسبة جزيئية molar ratio من ٨ أجزاء ماء إلى واحد كحول وعند ضغط واحد جوى مخلوط من ٩٥,٦٪ إيثانول ٤,٤٪ ماء على أساس الكتلة يكونان مخلوطاً ثابت درجة الغليان أى ايزيوتروب aizeotrope وهذا يعنى أن تركيز الإيثانول لايمكن زيادته بعد ٩٥,٦٪ بالتقطير البسيط. وخواص الإيثانول توجد فى الجدول (١).

وللإيثانول مذاق حلو وعبير مميز وعتبة العبير ٤-٥ مجم/١٠٠ مل من المحلول المائى الكلى. وعند تركيزات عالية تسبب إحساساً بالإحتراق فى الفم. وهى تهدىء/تلطف مذاق الأحماض. وهو يعطى حسماً وربما كان ذلك يرجع إلى أنه عند درجة حرارة الحجرة فإنه يكون أكثر لزوجة عن الماء. وإضافة السكر إلى محلول إيثانول-ماء يزيد من عتبة الإيثانول بما معناه أن السكر يخفى مذاق و/أو عبير الإيثانول.

جدول (١): الخواص الفيزيقية للإيثانول.

التركيب	ك يدم ك يدم أيد
الوزن الجزيئى (دالتون)	٤٦،٠٧
نقطة الغليان (°م)	٧٨,٣٢
نقطة التجمد (°م)	١١٤,١-
الكثافة d_4^{20} ك٤٢٠ (جم/مل)	٠,٧٨٩٣
معامل الإنكسار n_D^{20} n_k^{20}	١,٣٦١
اللزوجة على ٢٠°م (cP) باسكال	١,٧١
ثابت العازل الكهربى على ٢٠°م	٢٥,٧
حرارة الإندماج (جول/جم)	١٠٤,٦
حرارة التبخر على ٧٨,٣٢°م (جول/جم)	٨٣٩,٤١

مصادر الكحول والمشروبات الكحولية

المصادر الطبيعية للكحول هى التخمر والذى عرف بإنه أكسدة المركبات العضوية عادة كربوايدرات فى غياب مستقبلات الاليكترون الخارجية. وكل المشروبات الكحولية تأتى مباشرة أو غير مباشرة من المنتجات المتخمرة والمجموعات الأساسية: ١- مشروبات متخمرة: البيرة والنبيد والساكى. ٢- منتجات من خليط من تخمر كحولى ولاكتيكى: كيفير وكوميس koumiss. ٣- المشروبات الآتية من التقطير: الويسكى والفودكا والرم والبراندى وتيكيلا وليكيرات. ٤- المشروبات المقواه: بورت وفيرموت.

والفواكه التى تحتوى على تركيزات عالية من السكر عند النضج والمغذيات عند مستويات كافية لدعم نمو الخمائر المخمرة وأساساً *Saccharomyces cerevisiae* كانت تقليدياً المواد الخام ومنها صنعت الأنبذة. والعنب غير عادى فى أنه يحتوى مستويات عالية من السكر ومغذيات وأحماض كافية لإنتاج أنبذة ثابتة للكائنات الدفيقه.

والبيرة أو الساكى تنتج من الشعير (ويمكن مصادر أخرى أيضاً) والأرز بالتتابع وهى بخلاف الأنبذة فهذه المشروبات تأتى من الكربوايدرات غير مختمرة فى الأصل وتحويل الكربوايدرات إلى سكريات مختمرة يتطلب عمل أميلازات تنتج من الشعير فى حالة البيرة ومن الفطر *Aspergillus oryzae* أثناء عمل الساكى. بينما الكفير والكوميس هما مثلان للأشربة المنتجة من تخمر لبن البقر ولبن أنثى الخيل بالتتابع بواسطة مخلوط من بكتيريا حمض اللاكتيك وخمائر مخمرة للاكتور. بيما المشروبات المقطرة تأتى من الحبوب وآلبطاطس المتخمرة (الويسكى والفودكا) والنواتج الثانوية لسكر القصب (الرم) والفواكه (البراندى) ومن نباتات أخرى مثل المزكال mezcal (تيكيلا tequila) والليكير مشروبات مقطرة نُكِهَت وحُلِيَت. والمشروبات المقواة تتطلب إضافة كحول أثناء الإنتاج عادة فى صورة براندى ومحفوظات الفاكهة الخاصة تقوى لضمان الحفظ فالفاكهة عادة الكريز تنقع فى براندى لمدة شهور قبل الإستهلاك.

الإستخدام كمادة حافظة

الإيثانول ليس سمياً خاصة. وكعامل أوحد للحفظ فى المشروبات فإن أقل تركيز يتراوح مابين ١٨، ٢١٪ بالحجم مطلوب لضمان الثبات ضد الكائنات الدقيقة. وأنبذة المائدة والتى تحتوى جوهرياً أقل من الكحول ثابتة بسبب عوامل إضافية: حموضتها

العاليـة الطبيعيـة وإنخفـاص جـهد وإحتوائـها علـى مركبات فينوليـة بنسب عالية ونقص السكر. وترجع سمية الإيثانول للكائنـات الدقيقة إلى عدة عوامل: ففي تركيزات عالية جداً كما في مستخلصات النكهة يعمـل الإيثـانول كمجمـف dessicant ومـاسـخ للبروتين. وعلى تركيزات أكثر إنخفاصاً ١٠ – ٢٠٪ بالحجم فإن السمية يعتقد أنها أساساً من تفاعلات مع أغشية الخلية. وفي الخميرة S cerevisiae يثبط الإيثانول عدة أنظمـة لنقل المـداب. وفي وجود السكر فإن سمية الإيثانول تعزز وهذا يشرح ثبات بعض أنبذة العقبة الحلـوة والتي تحتـوى سـكر بتركيرات بسيطة وفقط ٧ – ١٠٪ إيثانول.

الأيض والسمية والتأثيرات النافعة

الإيثانول مصطلـح يشمل السـوائل القابلـة للشرب والمنتجـة بالتخمر من مصادر كربوايدراتيـة مـع أو بدون التقطير. ومحتوى الإيثانول يبلـغ من ٢ – ٦٪ في البيرة، ١٠ – ٢٠٪ في الأنبذة، ٤٠٪ – ٥٠٪ في المسـكرات spirits مثـل الجـن والويسـكى والبراندى. ثم العوامـل الأخـرى التـي تنتـج من عمليات التصنيع والتحريـر أو تصاف عِنَبيـةً تعطـى الرائحة المميزة والنكهة للمنتج النهائي.

الإمتصاص والتوزيع

يشعر شـارب المشروبات الكحوليـة باحسـاس حـاد وحتى قـارس على اللسان والغشـاء المخـاطي للفم ويتبعه مايشبه ذلك وإن كان أقل عند بلع المشروب. وهو في المعدة يعمل على الغشاء المخاطي ويميـل إلى تمديد الأوعية الدموية. والأخـد مـن المعـدة ومن الأمعاء الصغيرة سـريع وقد يبطؤ بعض الشيء في وجـود غـذاء. وقمة مستويات الدم يوصل إلهـا عادة خلال ٣٠ – ٦٠ق بعد التناول.

الأيض والإفراز metabolism & excretion

بالوصول إلى الجسم فإنه لايقسم بل يـوزع خـلال ماء الجسم ويعبر حاجز الدم–المخ. وأيضاً جرء من الجرعة الكاملة تعزز من غير تغيير خلال الكلوة بينما جزء آخر يخرج مع الزفير من غير تغيير أيضاً في مدى يتوقف على الجرعة ومستوى الدم التقسيمي. ويحـدث له تحـول حيوى يكـاد يكـون محليـاً في الكـبد. فدهيدروجيناز الكحـول مـع قريـن الإنزيـم نيكوتيناميد أدنـين ثنائي نيوكليوتيد (نلك.أ.ثنا.نو NAD) ينتـج أسـيتالدهايد (ك يـدم ك يـدأ) و (نلك.أ.ثنا.نو.يد NADH)

ديهيدروجينار الكحول

ك يد٣ ك يد٢ أ + نك.أ.ثنا.نو⁺ ⇌ ك يد٣ ك أ يد + نك.أ.ثنا.نو.يد

وإلى مدى أقل يحول الإيثانول إلى أسيتالدهايد بواسـطة الإنزيـم كتـاليز مـع أي فـوق أكسـيد الأيدروجين موجود

كتاليـز

ك يد٣ ك يد٢ أيد + يد٢ أ٢ ⟵ ك يد٣ ك أيد + ٢يد٢أ

وقد تعمل إنزيمات أخرى خاصة تلك التي تتوقف علـى أكسـيدازات مختلطـة الوظيفـة في أيـض الإيثـانول ولكـن آليـة ديـهيدروجيناز الكحـــول تســود.

والأسيتالدهايد الناتج يحول إلى خلات بواسطة الديهيدروجيناز المقابل والذى يوجد فى سيتوزول/عصارة خلوية خلايا الكبد للإنسان مع نك.أ.ثنا.نو NAD

ديهيدروجيناز أسيتالدهيد

ك يد٣ ك ايد + نك.ا.ثنا.نو$^{+}$ + يد٢أ ⇌ ك يد٣ ك أ أيد + نك.أ.ثنا نو.يد + يد$^{+}$

والخلات توزع فى الأنسجة حيث ربما أكسدت إلى ماء وثانى أكسيد كربون.

ومعدل أيض الإيثانول فى جسم الإنسان ثابت من شخص إلى آخر فحوالى ١٥ - ٢٠مجم/١٠٠مل من الدم فى الساعة فى خط مستقيم. وفى الأطفال المعدل أقل وإذا أبتدىء بـ ١٠٠محم كحول فى كل ١٠٠ مل فإنه فى خلال ساعة تصبح ٨ مجم/١٠٠مل وفى ٥ - ٦ ساعات تصبح صفراً - بفرض عدم أخذ أى كحول جديد.

❖ **التأثيرات البيولوجية والحيوية الكيماوية**

هذه تحتاج للإعتبار تحت رأسين: حادة ومزمنة:

• **الجرعة الزائدة الحادة acute overdose**

فى الحالة الحادة الإستجابة السائدة تحدث فى النظام العصبى المركزى حيث الإيثانول يعمل كمُخمِّد عصبى neural depressant. وليس هناك أى تنشيط مركزى. وكلما زادت الجرعة كُبِحَ النشاط فيبتدىء أولاً فى المخ من المراكز العليا المتصلة بالفكر فالمزاج وماشابه، ثم إلى مراكز الحركة وأخيراً إلى أجزاء الغمد النخاعى medulla التى تنظم التنفس وانتظام الاوعية القلبية.

فأولاً يصبح المزاج أقل إنعزالاً وخجلاً مع إنطلاق فى بعض الأحيان لسلوك بدائى تقريباً. ويحدث سرور مع كثرة الكلام. وإحساسات التفرقة والذاكرة والتركيز الذهنى تصبح متبلدة ويتدهور ضبط الحركات العصبية العضلية. وعندما تزاد الجرعة يصبح الشخص مائلاً إلى التركيد ومتعجرفاً وعدوانياً. وتصبح حركة الجهاز العضلى غير منتظمة والكلام غير معصل وحركات الذراع والفم ينقصها الثبات والدقة مع فقد الإتزان. كما تنقص الإنعكاسات فى نفس الوقت. ومع إرتفاع مستوى الإيثانول يحدث خدر ثم غيبوبة coma مع كبح التنفس والموت.

وأوعية الدم الطرفية قد تنتفخ مما يعطى انطباعاً بالدفء ولكنه فى الواقع يزيد من فقد الحرارة من الجسم. والإيثانول يزيد من إفراز البول. وطالما أن المراكز الحيوية لم يحدث لها كبح فإن الإستعادة يمكن أن تحدث حيث يقل حمل الإيثانول كما يحدث فى المحدر/السح العام.

وشدة السُكْر يمكن أن تُدرج كالآتى:

١) ٥٠ - ١٥٠ حم كحول فى ١٠٠مل دم: ثمل/سُكْرٌ خفيف، مبسوط وشيطانى.

٢) ١٥٠ - ٣٠٠ مل كحول فى ١٠٠ مل دم: ثمل/سُكْرٌ متوسط، مشوش الذهن وهديانى.

٣) ٣٠٠ - ٥٠٠ مل كحول فى ١٠٠مل دم: ثمل/سُكْرٌ شديد، مكتئب ودائخ وسكران.

٤) أكثر من ٥٠٠ مجم كحول فى ١٠٠ مل دم: غيبوبة/كوما وموت.

وهناك إرتباط مابين مستويات الكحول فى الدم وتلك فى التنفس فعادة لايسمح لأى شحص بأن يحتوى دمه على أكثر من ٨٠ مجم/ ١٠٠ مل دم أو ٣٥ ميكروجرام / ١٠٠ مل فى التنفس.

• **التناول المزمن للكحول**
chronic ingestion of alcohol

ترجع إلى التدخل فى عمل المغذيات خاصة الفيتامينات على خلايا المخ. ويُرى التغير فى السلوك والمزاج والحالات الإجتماعية والحكم على الأشياء مع رعشة فى العضلات وعسر تَلَفُّظ dysarthria مما يؤدى الى فقد كبير فى الداكرة مع إنزعاج فى الفكر. وتظهر الأعصاب الطرفية ضرراً والرنوية تصبح غير مضبوطة مع شلل فى الجهار العصبى وعدم قدرة على تنسيق الحركات وقد يحدث عته مبكر dementia. وإبطال الكحول مرة واحدة قد يؤدى إلى هذيان مرتبط بإنقباضات شبه صرعية وعدم توجه والإرتباك وهلوسة حية. وهذه يمكن أن تكون عكسية بالإمتناع والعلاج.

الكبد liver

يعانى الشاربون من كبدهم وأن كان البعض ربما لم يحدث له ذلك. وتحدث تعقيدات الكبد عندما يصبح فقد الشهية للطعام والدوخة الصاحية وبعض الإسهال وعدم راحة فى البطن ملحوظة. وتنتفخ الخلايا البارنشيمية مع تحلل دهنى. وعندما يزيد التليف الكبدى تتضخم الكبد ويؤدى ذلك إلى طمس قنوات الصفراء مع تعطيل الوريد البابى. وقد يحدث إدماء فى المرىء وقىء لدم. والجلد والغشاء المخاطى والعيون قد تصبح صفراء ظاهرة مع وجود تغيرات فى الجلد خاصة فى الوجه والدماغ والعنق والأكتاف والأذرع العليا وقد يتبع دلك فشل كامل للكبد مع وجود الإستسقاء البطنى ascites (سائل حر فى البطن) وتعرض للعدوى ومرض دماغى.

القلب heart

يعمل الإيثانول كسام مباشر لعضلات القلب مقبضاً لإدائها ومسبباً لفشل قلبى. وعندما يبطل الشرب فإن القلب يخف وقد يكون مميتاً بتوقف قلبى مفاجىء.

البنكرياس pancreas

فشل البنكرياس يحدث من الشرب المزمن.

القناة المعدية المعوية
gastrointestinal tract

بالرغم أن إلتهاب المعدة يحدث من الشرب فإن الغشاء المخاطى للمعدة يعود إلى العادى بعد وقت الشرب وإن كان إلتهاب المعدة المزمن قد يحدث.

التأثير فى الذَكَر

يؤثر الشرب المزمن على الذكر فى شهوته الجنسية وقوته وإبدغام الحصى وخصوبة أقل ونمو الذقن الضعيف وتوزيع عير عادى للدهن والشعر.

التأثير على الأنثى

قد يحدث إجهاض من الشرب أثناء الحمل ويعطل الشرب تكون الطفل. وعندما يولد الطفل فقد يكون له وزن قليل وناقص ودماغ صغيرة وتغيرات فى الوجه غريبة ونقص ذهنى وعدم ترابط عضلى وسلوك غير عادى.

النظام الهرمونى endocrinic system

يحدث تغيرات هرمونية غير المتصلة بالتكاثر.

التغذية nutrition

الشرب المزمن يصاحبه سوء تغذية ولو أن هذا معقد ولكن يحدث نقص فى فيتامينات ب، أ والفولات والسيلينيوم وسوء تغذية فى الطاقة-البروتين.

السرطان cancer

هناك علاقة مابين الشرب والسرطان فى الجزء الأعلا من القناة الغذائية والتنفسية بجانب أن السرطان يؤثر على الكبد.

وقد تم تعريف المدمنين على أنهم مفرطون فى الشرب ويعتمدون على الكحول بحيث يعرضون إما لإضطراب ذهنى يمكن رؤيته أو أن تتأثر صحتهم الفعلية والفيزيقية وعلاقتهم بالغير وحياتهم الإجتماعية والإقتصادية.

(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية alcool، وبالألمانية Alkohol، وبالأيطالية alcool، وبالأسبانية alcohol.

(Stobart)

كادميوم cadmium

الكادميوم له وزن ذرى ١١٢,٤ وهو معدن مزرق فى أبيض نقى وطرى نسبياً مطيل ومطواع malleable. ويستخدم فى الصناعة فى التغطية الكهربية وفى السبائك وفى اللحام وفى الصبغات ومثبت لكلوريد عديد الفينيل وفى البطاريات وفى خلايا الضوء ...الخ. وهو بعد الزئبق والرصاص يعتبر من ملوثات البيئة ومصادره تنقية المعادن بالصهر والتغطية plating والطباعة والحفر واللحام. وهو يوجد فى الطبيعة فى كميات صغيرة مرتبطا مع الرصاص والنحاس والخارصين. وهو يأتى من الغبار والدخان ومن عدم نقاوة المخصبات/الأسمدة وفى البترول والزيت والفحم ومنتجات الهدر العضوية ومن دخان السجائر.

• الوجود فى الأغذية

أهمية وجود الكادميوم فى الهواء وعلاقته بتأثيراته الممكنة على الإنسان تقع ليس فى الإستنشاق المباشر ولكن فى مساهمته فى التربة والماء والأشياء الخضراء خلال ترسيبه الجاف أو الرطب وفى النهاية إلى الغذاء. وفى هذا يلعب الذوبان و جـ يد والطبيعة الكيماوية للجزء المترسب دورا هاما فى ضبط التركيزات فى الغذاء.

الكادميوم فى الهواء

يوجد الكادميوم فى الجو بكميات مختلفة فمن ١ نانوجرام/م^3 أو أقل فى المناطق الريفية إلى ١٠ - ٥٠ نانوجرام/م^3 فى بعض المدن. وأهم مصادر الكادميوم تنقية المعادن بالصهر ومعاملة المعادن المحتوية على كادميوم وحرق اللدائن أو إنتاج القوى من الفحم. وهو يوجد على هيئة جسيمات فى شكل أكاسيد وكبريتيد وكبريتات وكلوريدات وغيرها. وتبلغ نسبته فى هواء المدن ٠,٠١ ميكروجرام فى المتر المكعب وفى غيرها يصل إلى ٠,٠٠٣ ميكروجرام/م^3.

الكادميوم فى الماء

مستويات الكادميوم فى غياب التلوث هى نادراً فوق ١ ميكروجرام/ لتر وفى ماء المطر فى المناطق النظيفة ٠,٠٠١ ميكروجرام/ لتر وفى المناطق الملوثة ٠,٠٠٣٧ ميكروجرام/ لتر.

الكادميوم فى التربة

الأسمدة الفوسفاتية ووحل المجارى والترسيب الجوى هى مصادر الكادميوم فى التربة. والأسمدة الفوسفاتية وما يصل إلى التربة من الجو هما الأهم. ونسبته فى التربة ٠,٠٦جم/كجم فى تربة بكر إلى عدة أمثال هذا الرقم بالقرب من مصانع تنقية المعادن بالصهر.

الكادميوم فى النبات

بعض النباتات لها القدرة على تركيز الكادميوم بنسبة ١٠ : ١ (نبات : تربة). وفى النبات تبلغ نسبته ٠,٠٦جم/كجم وعيش الغراب قد يحتوى ١٠ أمثال مثل هذه النسب. وتختلف النسبة فى النباتات حتى التى تنمو فى نفس المساحة كما تختلف النسب فى الأجزاء المختلفة للنبات. والنبات يمتص الكادميوم من جذوره وهذا يتأثر برقم جـيد للتربة والمحتوى من المادة العضوية بجانب عوامل أخرى. وهو يبدو أنه يتناسب عكسياً مع المادة العضوية فى التربة حيث تحتفظ التربة بمعقدات معدنية قوية مما يحتفظ بالمعدن.

تلوث الأغذية أثناء المعاملة

بعد الغسيل تقل كمية الكادميوم قليلاً وكذلك السلق يقلل الكادميوم فهو يستخلص أثناء هذه العمليات وأثناء المعاملة الحرارية إلى الماء. وهو يذوب فى محاليل حمضية ضعيفة كذلك يمكن أن يصل الكادميوم للغذاء بإستخدام الأدوات من السيراميك والمغطاة بالمينا وكذلك الفخار المقشح. وكذلك أدوات الطبخ المغطاة بالمينا يمكن أن تكون مصدراً للكادميوم وخاصة التى لها ألوان براقة وكذلك التوابل والألوان والمواد الحافظة.

مستويات الكادميوم فى الغذاء

فيما عدا حيث يوجد تلوث فإن الكادميوم يوجد فى تركيزات منخفضة فى الأغذية. وبعض الأسماك والأسماك الصدفية تحتوى بروتينات حاثة (ميتالوثيونين metalothioneins) تستطيع تركيز الكادميوم إلى مستويات أعلا ١٠٠ مرة من تلك الموجودة فى البيئة المائية التى يعيش فيها.

السمية toxicology

طبيعة الكادميوم الخطرة على صحة الإنسان هى نتيجة لطول بقائه فى البيئة وسرعة أخذه وتجمعه فى محصولات الأغذية ثم سميته العالية والإحتفاظ به وتجمعه فى الجسم خلال الحياه.

الإمتصاص

تمتص القناة المعدية المعوية للكادميوم فى الإنسان ٢-٨٪ من الكمية المأخوذة وهو ليس تحت الإستتباب homeostatic control والإتاحة الحيوية الحقيقية تتحدد بمتغيرات فسيولوجية مثل السن والجنس وحالة التغذية وتكوين وتركيز

الإفرازات المعدية المعوية. وإمتصاص الكادميوم يعززه أغذية منخفضة أو ناقصة الحديد أو الزنك أو الكالسيوم أو الفوسفور أو السيليبيوم. وإمتصاص الرئة للكادميوم أعلا قليلاً من إمتصاص القناة المعدية المعوية. و٢٠-٣٠٪ من الكادميوم المستنشق يترسب في رئة الإنسان أما إمتصاص الكادميوم خلال الجلد فيمكن تجاهله.

التوزيع

حوالي ٩٠٪ من الكالسيوم في الدم يوجد في الخلايا الحمراء والباقي متصل بالبروتينات ذات الوزن الجزيئي العالي في البلازما. ويبلغ تركيزه في الدم الكامل أقل من ١٠ ميكروجرام/لتر وهو عادة أعلا في المدخنين عن غير المدخنين. وحوالي ١٠٪ من الكادميوم الداخل في الدورة التقسيمية متاح للإفراز المبكر مع نصف عمر قدره ١,٥ يوم ونصف العمر في الدم حوالي ١٥٠ يوماً.

وهو يحمل إلى الأنسجة (مثل الكبد والكلى والمعدة والأمعاء الصغيرة والطحال والبنكرياس والخصى) بحيث يحث على تخليق الميتالوثيونين metallothionein وهو بروتين غني في السيستئين وله وزن جزيئي ٦٠٠٠ - ١٠٠٠٠ حيث يرتبط أيون الكادميوم إلى أبوبروتين. والميتالوثيونين ينظم أيض الخارصين والنحاس بإعطاء آلية تخزين مؤقت ويمنع تفاعلات سامة إذا زاد عن التحمل الفسيولوجي وتنقل كميات صغيرة من الميتالوثيونين دائماً من الكبد إلى الكلى ويرشح إلى البول ويعاد إمتصاصه في خلايا القنوات القريبة حيث يهدم إلى ببتيدات وأحماض أمينية وأيونات الكادميوم تطلق داخل الخلايا وتبتدىء في تخليق ميتالوثيونين جديد.

وتجمع الكادميوم في الجسم يستمر حتى سن ٥٥ سنة وقد قدر أن من الكادميوم الذى يدخل الدورة التقسيمية حوالي ٢٠٪، ٣٠٪، ١٠٪ يترسب في الكبد والكلى والعظام بالتتابع. ويبلغ متوسط تركيزه في الأعضاء والأنسجة ٠,٤٠ ميكروجرام/جم وفي لبن الإنسان من ٢- ١٠ ميكروجرام / لتر.

الإفراز

يفرز الكادميوم أساساً في البراز وأقل من ٠,٠٠٥ - ٠,٠١٪ يفرز في البول ونصف العمر البيولوجي ١٠ - ٥٠ سنة.

السمية

السمية الحادة

السمية الحادة تنتج عن إستخدام أدوات مطبخ بها كادميوم أو تخزين العصير الحمضي في فخار يحتوى كالسيوم أو الأكل بأيدى قذرة والأعراض الأولى دوخة وقيء وهذا القيء شديد حتى أنه لايمتص إلا قليل من الكادميوم ولايحدث تسمم مميت. ومن الأعراض الأخرى زيادة اللعاب ووجع العين والإسهال والصداع. وعلاجه تشجيع القيء وإعطاء حقن اديتات كالسيوم ثنائي الصوديوم calcium disodium edetate لخلب الكادميوم وتشجيع إفرازه.

السمية المزمنة

الكلوة هي النسيج الحرج في التسمم وشوهد فشل كلوى مع زيادة في الـ بَوْل كُرَيّنينىْ دقيق

β_2-microglobunuria وبيلـــــة بروتينيــــــة proteinuria وبول سكرى وبيلة الحُموض الأمينية aminoaciduria ويـــــزداد الإفـــراز الـــولى للبروتينات منخفضـة الوزن الجزيئى (وزن جزيئى <٤٠٠٠٠ خاصــة β_2-ميكروجلوبيولــين والــبروتين الرابــط للريتينــول والليســوزوم والريبونيوكليــاز وجلوبيولينـــات المناعــة ذات السلســلة الخفيفــة وأنـــهيدراز الكربونيـــك و α_1-ميكروجلوبيولـــين وبروتـين اليوريـا ١) وهـذا يصاحبـه إفـراز زائــد للبروتينــات ذات الــوزن الجزيــىء العــالى مثــل الألبيومـين والترانسـفيرين وجلوبـين المناعـة ز G. وكلما راد فشل الكلـوة فإن زيادات متوسـطة فـى الإفـرار الـولى للأحمـاص الأمينيــة والحلوكــور والمعـادن مثـل الكالسيوم والفوسـفور والإنريمـات (مثـل β-حالاكتوسيداز، β-ن-أسـيتيل جلوكـوز أمينيداز والفوسفاتاز القلوى). وإذا حدث زيادة فى البيلة البروتينية فهو عادة غير عكسى.

والسمية التنفسية وصفت فى عمال معرضين بشدة إلى غبار الكـادميوم والدخـان وعـادة يعـانون مـن الإلتهاب الشعبى يؤدى إلى مرض يسد الرئة وينصح فى العلاج بإزالة المريـض مـن مصـدر التسـمم وربمـا إعطاء عوامل خلب.

السرطنة carcinogenicity

هناك بعض الإعتقاد أن الأشخاص الذين يستنشـقون أكسيد الكادميوم معرضون لخطر سرطان البروستاتا.

سمية القلب

التعرض للكادميوم على مستوى جرعـات فـى مـدى التناول الغذائى العادى يمكن أن ينتج إرتفاعاً فى ضغط الدم.

الطفرات

ليس هـاك أى إعتبار لأن يكـون الكـادميوم محدثـا للطفرات على مستويات الأكل العادية وقد لوحظ إنخفاص فى وزن الأطفال المولوديـن حديثاً لنساء معرضين للكادميوم.

كيفية الفعل mode of action

تركـير الكـادميوم المرتبــط بالميتــالوثيونين يزيــد بزيادة تركيز الكادميوم الكلى فى الكلـوة. وأيونات الكـادميوم المطلقـة نتيجـة تدهـور الميتـالوثيونين تتـدىء فـى تخليـق ميتـالوثيونين جديـد والـذى يربـط الكـادميوم وبذا تحمـى المكونـات الجسيمية وغـير ذلـك مـن البروتينـات السـيتورولية بخلايـا القنـوات مـن الفعـل السـمى لأيونـات الكـادميوم الحرة. والتأثير السمى للكادميوم على الكلـوة يعرف بأنه بيلة بروتينية أنبوبية tubular proteinuria على أساس أن: ١- معظم البروتينات فى اليوريا لها أوران جزيئية أقـــل مـن الألبيوميـــن. ٢- بالرعم مـن أنـه كمياً فإن البروتينات ذات الـوزن الجزيئـى العالى (ألبيومين) هى المكونات الأكثر أهمية فإن تركـير البروتينـات الأقـل فـى الـوزن الحزيئـى (β_2-ميكروحلوبيولين) يزداد نسـبياً أكـثر جـداً. وزيـادة تركـير ميكروحلوبيولـين يتسـبب عـن نقـص حـث للكـادميوم فـى إعـادة إمتصـاص أنبوبـى للبروتيـات منخفضة الوزن الجزيئى.

المستويات السامة للإنسان

يمكـن تنـاول ٣مجـم كـادميوم بواسـطة الشـخص البالغ دون تأثير عكسى. وتناول مشروبات تحتـوى

كادميوم بتركيزات أعلا من ١٥ مجم/لتر يسبب أعراض تسمم غذائي. والجرعات السامة تتراوح مابين ٣٥٠ إلى ٨٩٠٠ مجم. وتركيز ١٠ ميكروجرام/لتر دم يدل على أن الشخص تعرض جوهرياً للكادميوم. وفي المجموعات غير المعرضة فإن إفراز الكادميوم في البول هو ٠,٥ - ١ ميكروجرام/جم من الكرياتيين createnine. وفي المجموعات المعرضة فإن الفشل الكلوي renal dysfunction يوجد عادة عندما يزيد تركيز الكادميوم في البول عن ١٠ ميكروجرام/جم كرياتيين. وحدوث إفراز بروتين منخفض الوزن الجزيئي في البول يعرف عادة بزيادة إفراز بولي لـ β_2-ميكروجلوبيولين وهذا وفي المجموعات غير المعرضة عادة هو حوالي ١٠٠ ميكروجرام/يوم.

وحمل الجسم الحرج هو حوالي ١٨٠ مجم. وتناول عن طريق الفم لكادميوم بمقدار ٢-٤ ميكروجرام لكل كيلو جرام من وزن الجسم في اليوم ضروري للوصول إلى تركيز حرج حوالي ٢٠٠ميكروجرام/جم من القشرة الكلوية renal cortex عند سن ٥٠ سنة. وقد أوصت الأمم المتحدة بمستوى ١ ميكروجرام كادميوم في الغذاء لكل كيلو جرام من وزن الجسم و ١٠ ميكروجرام لكل لتر من ماء الشرب لحماية صحة الإنسان.

مدى تناول الكادميوم

أهم مصدر تعرض للكادميوم هو تناول الغذاء (الجدول ١). والحبوب (القمح والأرز) والبطاطس والرخويات البحرية والقشريات (بلح البحر والأسقلوب والمحار) هي المصادر الرئيسية ويتراوح تركيز الكادميوم في الأغذية له حوالي ١٠٠ ميكروجرام/كجم وزن رطب ومتوسط المتناول اليومي ٢٠ - ١٠٠ميكروجرام والمصادر الأخرى للكادميوم هي ماء الشرب ودخان السجائر والهواء (الجدول ١).

(Macrae)

جدول (١): إمتصاص الكادميوم التقسيمي والمتناول اليومي

مصدر التناول	الإمتصاص الجزئي	ميكروجرام كادميوم/يوم	
		المأخوذ اليومي	الكمية الممتصة
الغذاء	٠,٠٥	٢٠-٢٠٠	١-٥
الماء	٠,٠٥	<٢-١٢ أ	<٠,١-٠,٦
التدخين	٠,١٥	٢-٤ ب	٠,٣-٠,٦
الهواء	٠,١٥	٠,٢-١ ج	٠,٠٠٣-٠,١٥

أ. على أساس إستهلاك ٢ لتر سوائل/يوم.

ب: على أساس تدخين ٢٠ سيجارة/يوم.

ج. على أساس إستنشاق ٢٠ م^3 من الهواء/يوم وتركيز الكادميوم في الهواء ٠,٠٠١-٠,٠٠٥ ميكروجرام/م^3. ٠,٠٠٣-٠,٠٥ ميكروجرام/م^3 في الريف والحضر بالتتابع

دورة كربس/ دورة أحماض الكربوكسيليك الثلاثية والفسفرة التأكسدية

Krebs cycle / tricarboxylic acid cycle & oxidative phosphorylation

دورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية (ح.ك.ث TCA) هي الطريق العام لأكسدة السكريات والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية والمغذيات التي هي مواد التفاعل الأساسية المنتجة للطاقة في الجسم. وهي كذلك طريق رئيسي لتحويل

المتوسطات الأيضية. والتأثير العام لـ ح.ك.ث TCA هو أكسدة مجموعة خلات (ك يد٣ ك أ-) إلى جزيئين ثانى أكسيد كربون مع إنتاج ثلاثة جزيئات من نيكوتيناميد أدينين ثنائى النيوكليوتيد (محتزل) (نك.أ.ثنا.نو.يد NADH) وجزىء واحد من فلافين أدينين ثنائى النيوكليوتيد (مختزل) (فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ $FADH_2$) وجزىء واحد من جوانيسين ثلاثى الفوسفات (ج.ثلا.ف GTP). والـ نك.أ.ثنا.نو.يد NADH والـ فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ $FADH_2$ تتم أكسدتها بعد ذلك فى سلسلة نقل الأليكترون. وبعض الطاقة المطلقة تصطاد فى أدينوسين ثلاثى الفوسفات (أ.ثلا.ف ATP).

والعملية التى بها يتم نقل الأليكترونات خلال حاملات متتابعة من جهد أكسدة-إختزال متناقص (أكسدة) ينتج عنها توليد (بواسطة فسفرة phosphorylation) لـ أ.ثلا.ف ATP من أدينوسين ثنائى الفوسفات (أ.ثنا.ف ADP) والفوسفات غير العضوية تعرف بإسم الفسفرة التأكسدية. وهذا يحدث فى سبحيات mitochondria الخلايا اليوكاريوتية eukaryotic /كائن سوى النواة (ذات النواه المحاطة بغشاء). وكثير من العوامل القرينة cofactors العاملة فى دورة ح.ك.ث TCA والفسفرة التأكسدية فيتامينات. وكثير من الكيماويات مثبطات لدورة ح.ك.ث TCA أو الفسفرة التأكسدية مثل فلوروخلات fluoroacetate تثبط دور ح.ك.ث TCA وكثير من الكيماويات فى المبيدات تثبط الفسفرة التأكسدية.

والإسم "دورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية" يأتى لأن كثيراً من المتوسطات هى كيماويات تحتوى ثلاث مجاميع حمض كربوكسيليك (-ك أأ يد COOH-) بما فيها حمض السيتريك وسير هانس كربس Sir Hans Krebs والذى إكتشف الدورة أسماها دورة حمض السيتريك (١٩٣٧) ولكنها تسمى الآن كثيراً دورة كربس. والجزء التأكسدى من الفسفرة التأكسدية يعرف بإسم سلسلة نقل الأليكترونات لأنها تشتمل على نقل أليكترونات على طول "سلسلة" من مستقبلات الأليكترونات. وهى تعرف أيضاً بإسم سلسلة التنفس لأنها الطريق الرئيسى لإصطياد الطاقة المطلقة أثناء التنفس.

و ح.ك.ث TCA تصل ذرة الكربون فى مجموعة الخلات acetyl إلى أربع ذرات الكربون فى جزىء الأكسالوخلات oxaloacetate وتؤكسد مجموعة الخلات إلى جزيئين من ثانى أكسيد الكربون وتعيد توليد الأكسالوخلات. وبهذا يمكن أكسدة مجموعات خلات كثيرة بواسطة جزىء واحد أكسالوخلات (ومن الصح الإشارة إلى الأيونات مثل الأكسالوخلات بدلاً من الأحماض حيث أن كل الأنواع ستؤين على قيم جهد الفسيولوجية).

والدورة تحتوى على ثلاثة أطوار: دخول وإزالة الكربكسلة decarboxylation وإعادة توليد regeneration. وهناك ثمان خطوات تحفزها الإنزيمات.

خلات قرين إنزيم أ acetyl coenzyme A

خلات قرين إنزيم أ تنتج بهدم الأحماض الدهنية والسكريات والأحماض الأمينية العديدة التي توجد في البروتينات وهي الشكل الذي تدخل عليه معظم - ولكن ليس كل - جزيئات الوقود الدورة. وقرين إنزيم أ (مختصر إلى قر أ حيث أ تمثل الأستلة acetylation) هي حامل لمجموعات الأسايل (حمض دهني) بما فيها مجموعة الخلات ذات ذرتي الكربون. وهي تتكون (الصورة ١) من مجموعة β-مركابتوايتيلامين β-mercapto-ethylamine مرتبطة خلال الأميد amide إلى فيتامين حمض البانتوثينيك وهذا يتصل خلال مجموعة بيروفوسفات إلى ٣-فوسموأدينوسين 3-phosphoadenosine ومجموعة الأسايل مرتبطة كثيوإستر (إستر كبريتي) thio-ester إلى مجموعة سلفهيدريل (-كب يد SH-) من جزيء قرين إنزيم أ (المعادلة ١)

يد كب-قر أ = قرين إنزيم أ

HS-Co A = Coenzyme A

ك يد٣ (ك يد٢)ن ك أ-كب-قرأ = أسايل قر أ (١)

$CH_3(CH_2)_n$ CO-S-Co A = acyl Co A

ك يد٣ ك أ-كب-قر أ = خلات قر أ

CH_3CO-S-Co A = acetyl Co A

وعندما تزال مجموعة الأسايل بالحلمأة فحوالي ٣١ كيلو جول/جزيء mol ممكن أن تتاح لشغل مفيد (المعادلة٢)

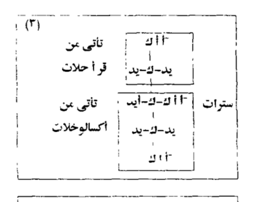
ر ك أ-كب-قر أ + يد٢ أ ⇌ ر-ك-أ أ⁻ + قر أ + يد⁺

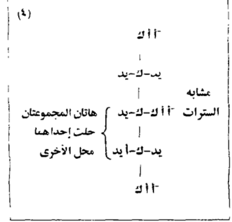
Δ ج° = -٣١ كيلوجول/جزيء mol (٢)

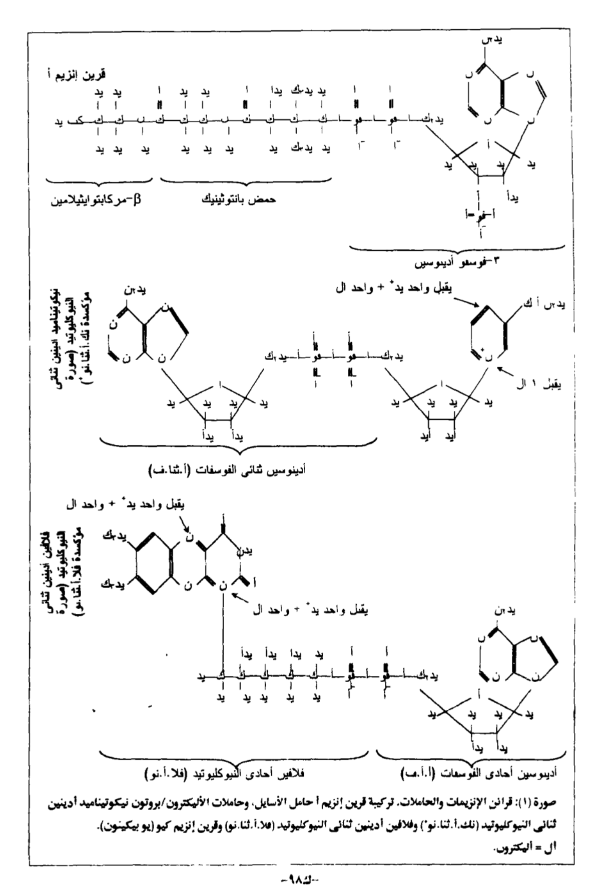
وإن كان إنتقال مجموعة الأسايل يحدث بدلاً من الحلمأة في معظم الأحيان.

الدخول والتشابه entry & isomerization

مجموعات الخلات تدخل دورة ح.ك.ث TCA بالتكثف مع الأكسالوخلات لتكون سترات (المعادلة ٣). والتكثف يحفز بواسطة سينتتاز synthetase السترات والطاقة التي كان ممكن إتاحتها من حلمأة قر أ خلات تستخدم الآن لربط مجموعة الخلات إلى الأوكسالوخلات. وللتحضير للتفاعلات التالية فإن السترات تُشَّبه isomerized بواسطة أيزوميزاز السترات إلى أيزوسترات (المعادلة ٤).







صورة (١): قرائن الإنزيمات والحاملات. تركيبة قرين إنزيم أ حامل الأسايل، وحاملات الأليكترون/بروتون نيكوتيناميد أدينين ثنائي النيوكليوتيد (نك.أ.ثنا.نو⁺) وفلافين أدينين ثنائي النيوكليوتيد (فلا.أ.ثنا.نو) وقرين إنزيم كيو (يو بيكينون).
ال = أليكترون.

يقبل واحد يد⁺ + واحد ال

أ

يد-ك أيد-ك

قرين إنزيم كيو (شكل مؤكسد)

يد-ك

أيد-ك {يد-ك-يد-ك-يد-ك-يد-ك} -يد ٦ـ١٠

يقبل واحد يد⁺ + واحد ال

تابع: صورة (١)

إزالة الكربكسلة التأكسدية

oxidative dearboxylation

ويتبع ذلك إثنان من إزالة الكربكسلة التأكسدية غير عكسيين (المعادلة ٥) فى الأولى مشابه السترات ذو الست ذرات كربون يتحول بواسطة الأكونيتاز aconitase إلى ٢-أوكسو جلوتارات 2-oxoglutarate (ويسمى أيضاً α-كيتوجلوتارات) ذى الخمسة ذرات كربون. وهذه ديكربوكسيلات/ تزال كربكسلتها تأكسدياً إلى سكسينيل قر أ succinyl CoA ذى أربع ذرات كربون بواسطة تحفيز من ٢-أكسوجلوتارات والذى يتطلب ثيامين (فيتامين ب١) كقرين إنزيم وكلا إزالة الكربكسلة تصاحب بإختزال نيكوتيناميد أدينين ثنائى نيوكليوتيد (نك.أ.ثنا.نو⁺ NAD^+) إلى نك.أ.ثنا.نو.يد NADH.

٥

أأأ⁻
|
يد-ك-يد
|
يد-ك-كأأ⁻
|
يد-ك-أيد
|
كأأ⁻

مشابه السترات

١) تزال ك ك أ٢ ويتكون ٢-أكسوجلوتارات + نك.أ.ثنا.نو.يد.

ثم

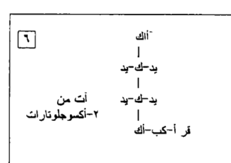
٢) تزال ك ك أ٢ ويتكون نك.أ.ثنا.نو يد وسكسينيل قر أ

تكوين جوانوسين ثلاثى الفوسفات

formation of GTP

ثم يحملاً سكسينيل قر أ وبعض الطاقة المطلقة تستخدم لفسفرة phosphorylation جوانوسين ثنائى الفوسفات (ج.ثنا.ف GDP) ليكون ج.ثلا.ف GTP (المعادلة ٦) وهذا التفاعل وهو مثل للفسفرة على مستوى مادة التفاعل يحفز بواسطة سينثيتاز synthetase سكسينيل قر أ و ج.ثلا.ف GTP المتكون قد يستخدم لفسفرة أ.ثنا.ف ADP لإنتاج أ.ثلا.ف ATP فى تفاعل يحفزه نيوكليوسايد ثنائى الفوسفو-كيناز nucleoside diphosphokinase.

٦

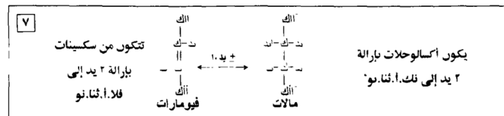


الطاقة المطلقة بالحلمأة تستخدم لفسفرة ج.ثنا.ف وتتكون السكسينات وقر أ كب يد و ج.ثلا.ف.

إعادة توليد الأوكسالوخلات

regeneration of oxaloacetate

والخطوات النهائية الثلاث للدورة تعيد توليد الأوكسالوخلات ذات الأربع ذرات كربون (المعادلة ٧): فسكسينات ديهيدروجيناز يحفز أكسدة السكسينات إلى فيومارات مع إختزال فلا.أ.ثنا.نو FAD ؛ الفيومارازيحفز تميؤ hydration الفيومارات إلى مالات والتي تؤكسد مع إختزال نك.أ.ثنا.نو$^+$ NAD$^+$ في تفاعل يحفزه ديهيدروجيناز المالات إلى أكسالوخلات. وبهذا يكون قد تمت دورة من الحلقة ويبقى أن تبتدىء دورة أخرى (الصورة ٢).



الصورة (٢): دورة الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية. المركبات المتوسطة ونقاط الضبط ظاهرة.

تنظيم الدورة regulation of the cycle

معدل دورة ح.ك.ث TCA يحدده في النهاية الإحتياج إلى أ.ثلا.ف ATP فعندما يتوفر للخلية أ.ثلا.ف ATP كافية فالدورة تبطؤ ولكن إذا كان للخلية قليل من أ.ثلا.ف ATP فقط [وبذا يكون هناك تجمع نسبي للـ أ.ثنا.ف ADP أو أدينوسين أحادي الفوسفات (أ.أ.ف AMP)] فإن الدورة تسرع. وهناك ثلاث نقاط ضبط رئيسية في الدورة (الصورة ٢) فنقطة الضبط الأولى هي الخطوة الأولى أي تكثف مجموعة خلات acetyl مع الأكسالوخلات oxaloacetate لتكون سترات؛ والـ أ.ثلا.ف. ATP يثبط سينثتاز السترات وهو الإنزيم الذي يحفز هذه الخطوة. وخطوتان لضبط الأخريان هما خطوة إزالة الكربكسلة التأكسدية: وكلا الديهيدروجينازات تثبط بواسطة نك.أ.ثنا.نو.يد NADH. بجانب أن ديهيدروجيناز مشابه السترات يثبط بواسطة أ.ثلا.ف ATP وينشط بواسطة أ.ثنا.ف ADP.

دورة ح.ك.ث وطرق الأيض الأخرى the TCA cycle & other metabolic pathways

الدورة تستطيع تغذية مركبات متوسطة في طرق تخليقية حيوية أخرى فمثلاً تخليق الجلوكوز gluconeogenesis يستخدم مالات منقولة من السبحيات ومحولة إلى أكسالوخلات في السيتوزول. وتخليق الأحماض الدهنية والكوليسترول يستخدم خلات قر أ منقولة من السبحيات كسترات ويعاد تحويلها إلى خلات قر أ في السيتوزول. والأحماض الأمينية جلوتامات وأسبارتات قد تخلق بنقل الأمين من المركبات المتوسطة ٢-أكسوحلوتارات والاكسالوحلات بالتتابع. وكبديل فإنه عندما يهدما أيضياً فإنهما يغذيان الدورة مرة أخرى (أنظر مايأتي) وأخيراً فإن تخليق البرفيريسات porphyrins (توجد في مركبات الهيم) يستخدم سكسينيل قر أ كمادة إبتداء.

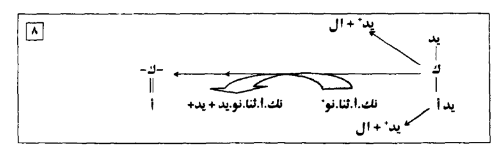
وأي مركبات متوسطة تزال من الدورة يجب ان يحل محلها مركبات أخرى إذا كان للدورة أن تستمر في العمل والمتوسطات (الأيضية) المستنفذة في الدورة يحل محلها تفاعلات أخرى، فالأكسالوخلات قد تخلق بكربكسلة البيروفات وسكسينيل قر أ قد يحلق بواسطة أكسدة الأحماض الدهنية فردية ذرات الكربون أو بتكسير الأحماض الأمينية: مشابه اللوسين isoleucine واللوسين والميثيونين. والـ ٢-أكسوجلوتارات والأكسالوخلات تنتج بإزالة الأمين من الأحماض الأمينية جلوتامات وأسبارتات بالتتابع.

مستقبلات الاليكترونات نك.أ.ثنا.نو+ و فلا.أ.ثنا.نو the electron acceptors NAD+ and FAD

نك.أ.ثنا.نو+ يتكون (الصورة ١) من جزيء أ.ثنا.ف ADP متصل به من خلال فوسفاته النهائية ريبوز وهذا متصل بنيكوتيناميد والنيكوتيناميد يأتي من فيتامين ب حمض النيكوتينيك والفلافين أديسين ثنائي النيوكليوتيد (فلا.أ.ثنا.نو FAD) يتكون من (الصورة ١) أ.ثنا.ف ADP وبه يتصل خلال فوسفاته النهائية ريبيتول ribitol متصل بحلقة فلافين والحلقة تأتي من فيتامين ب ريبوفلافين.

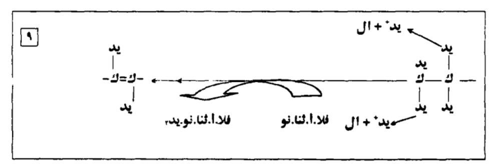
وكلا نك.أ.ثنا.نو+ NAD+ و فلا.أ.ثنا.نو FAD يقبلان اليكترونات وبروتونات أثناء إزالة

الأيدروجين dehydrogenation في دورة ح.ك.ث TCA. فالـ نك.أ.ثنا.نو$^+$ NAD^+ يقبل بروتونات واليكترونات من مجموعات ك-يد و أ-يد (المعادلة ٨).



وبروتون واحد من مادة التفاعل يستقبل بواسطة حلقة النيكوتيناميد بينما الآخر يظهر في المذيب وكلا الاليكترونين من مادة التفاعل ينتهي في حلقة النيكوتيناميد.

و فلا.أ.ثنا.نو FAD يقبل اليكترونين وبروتينين من روابط ك-يد المحاورة (المعادلة ٩) وكلا نك.أ.ثنا.نو.يد NADH و فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ $FADH_2$ لهما ميل شديد لنقل اليكتروناتهما إلى مركبات أخرى. وعندما تعطي اليكترونات من نك.أ.ثنا.نو.يد NADH إلى الأكسجين ينطلق ٢٢٠ كيلو جول/جزيء mol من الطاقة وبعضها يصطاد في أ.ثلا.ف ATP. وهذه فسفرة تأكسدية oxidative phosphorylation وهي المصدر الرئيسي للـ أ.ثلا.ف ATP في الخلايا المؤيضة هوائياً.



وفي الفسفرة التأكسدية فإن ميل إنتقال الاليكترونات لـ نك.أ.ثنا.نو.يد NADH أو فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ $FADH_2$ تحول إلى ميل لنقل الفوسفات في أ.ثلا.ف ATP. وميل نقل الفوسفات يوضح بقيمة Δج°' $\Delta G^{0'}$ للحلمأة وهي قيمة حوالي -٣١ إلى -٦٢ كيلو جول/جزيء mol تبين ميل قوى لنقل الفوسفات إلى مركب آخر. وميل نقل الاليكترونات يبين بـ ئي°' E_0' وهو جهد الأخسدة القياسي وقيمة حوالي -٠,٧٠ فولت تعني ميل قوى لإعطاء اليكترونات (وتصبح مؤكسدة).

و نك.أ.ثنا.نو.يد NADH لـه نىصفر/ $E_{0\backslash}$ -٠,٣٢ فولت (وتقاس نى E ضد نصف خلية مرجع تحتوى أيدروجيناً على واحد جوى فى توازن مع بروتونات على ١ جزىء mol/لتر). والأكسجين له نىصفر/ $E_{0\backslash}$ + ٠,٨٢ فولت فله ميل قوى لتقبل الاليكترونات وعلى ذلك فالاليكترونات تنساب ذاتياً من نك.أ.ثنا.نو.يد NADH إلى الأكسجين (وتستخدم "ذاتياً" هنا فى الحس الديناميكى الحرارى الصارم للتفاعل الذى سيحدث. وقد لايتقدم على معدل يمكن قياسه مالم يوجد حافز ولكن): نك.أ.ثنا.نو.يد NADH يؤكسد إلى نك.أ.ثنا.نو⁺ NAD^+ ويختزل الأكسجين إلى ماء. والقوة الدافعة هى الفرق فى جهد الإختزال بين نك.أ.ثنا.نو.يد NADH والأكسجين

١٠
Δنىصفر/ = +٠,٨٢ - (-٠,٣٢) = ١,١٤ فولت
$\Delta E_{0\backslash} = +0.82 - (-0.32) = 1.14$ V

Δنىصفر/ $\Delta E_{0\backslash}$ وهذه لها علاقة بـ Δجصفر/ $\Delta G^{0\backslash}$ بالتعبير

١١
Δجصفر/ = - ن ف Δنىصفر/ $\Delta G^{0\backslash} = - n F \Delta E_{0\backslash}$

حيث: ن = عدد الاليكترونات المنقولة ، ف = ثابت فاراداى Faraday وهو طاقة التغيير حيث يقع ١ جزىء mol من الاليكترونات خلال فرق جهد قدره ١,٠ فولت (قيمته هى ٩٦,٤٩٤ كيلو جول/ فولت/جزىء mol). ولزوج من الاليكترونات منقولة من نك.أ.ثنا.نو.يد NADH إلى الأكسجين، Δجصفر/ $\Delta G^{0\backslash}$ هى -٢٢٠ كيلو جول/جزىء mol.

معقدات الحاملات carrier complexes

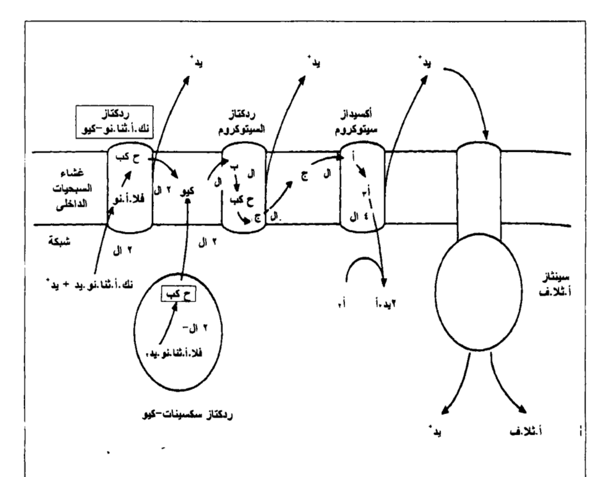
الفسفرة التأكسدية تحدث فى معقدات أنزيمية ثلاث (الصورة ٣) توجد فى غشاء السبحيات والتى لايعرف تفاصيل تركيبها. والمعقدات هى ردكتاز نك.أ.ثنا.نو.يد-كيو NADH-Q وردكتاز سيتوكروم وأكسيداز سيتوكروم. وانسياب الاليكترونات خلال هذه المعقدات الثلاثة متتابع، ومعقد رابع ردكتاز سكسينات-كيو succinate-Q reductase يقبل الاليكترونات من السكسينات تاركاً المعقد الأولى ويعطى اليكتروناته إلى المعقد الثانى. والمجموعات الحاملة للاليكترونات فى المعقدات تشمل نيكوتيناميد والفلافينات وعناقد حديد-كبريت ومجاميع حديد-هيم وأيونات نحاس.

ردكتاز نك.أ.ثنا.نو.يد-كيو
NADH-Q reductase

الاليكترونات من نك.أ.ثنا.نو.يد تدخل السلسلة عند ردكتاز نك.أ.ثنا.نو.يد-كيو. فيمر اليكترونان من نك.أ.ثنا.نو.يد NADH إلى مجموعة فلافين أحادى النيوكلوتيد (فلا.أ.نو FMN) المتصلة بهذا الإنزيم لتعطى نك.أ.نو.يد₂ $FMNH_2$ (والجزء من فلا.أ.نو FMN الذى يقبل الاليكترونات هو حلقة فلافين مشابهة تماماً لتلك فى فلا.أ.ثنا.نو FAD). ثم تنقل الاليكترونات إلى بروتينات حديد-كبريت ونوع ثانٍ من مستقبلات الاليكترونات فى ردكتاز نك.أ.ثنا.نو.يد-كيو NADH-Q reductase.

وبروتينات حديد-كبريت تحتوى حديداً مسقاً مع كبريت فى ترتيبات مختلفة أكثرها شيوعاً واحد يكون فيه الحديد مرتبطاً بمجموعات أربع من السلفهيدريل sulfhydryl من البروتينات والحديد فى مثل هذه المعقدات يمكن أن يوجد على هيئة ح$^{2+}$ أو ح$^{3+}$ حيث يستقبل اليكتروناً ثم يفقده.
والاليكترونات فى عناقيد حديد-كبريت من ردكتاز نك.أ.ثنا.نو.يد-كيو NADH-Q تمر بعد ذلك إلى

قرين إنزيم كيو Q coenzyme (يوبيكينون ubiquinone) وهو حامل متحرك له سلسلة أيدروكربون طويلة يدفعها فى الغشاء وتسمح له أن ينتشر بسرعة حاملاً الاليكترونات من معقد إلى آخر. وقرين الإنزيم كيو يختزل الى كنول quinol باستقبال اليكترونين وبروتينين.



صورة (٣): سلسلة نقل الاليكترونات فى السبحيات. إنسياب الاليكترونات من نك.أ.ثنا.نو.يد و فلا.أ.ثنا.نو.يد٢ إلى الأكسجين. والمواقع التقريبية لضخ البروتونات مبينة. ح.كب : عنقود حديد-كبريت؛ كيو: قرين إنزيم كيو؛ ب ، ج، ج١، أ، أ٣ سيتوكرومات؛ ال⁻ اليكترون، اليكترونات.

ردكتاز سكسينات كيو
succinate-Q reductase

ويقبــل قريــن الإنزيــم كيــو اليكترونـــات مـــن فلا.أ.ثنا.نو.يد، $FADH_2$ وهذا الحامل جزء من معقد ردكتاز سكسينات كيو وهو بروتين كامل في غشاء السبحيات. والاليكترونات من فلا.أ.ثنا.نو.يد، $FADH_2$ تنقل إلى عناقيد حديد-كبريت ثم إلى قريـن إنزيـم كيـو للدخـول إلى سلسـلة نقـل الاليكترونات.

ردكتاز السيتوكروم cytochrome reductase

وقرين إنزيم كيو المختزل (كيويد، QH_2) ينتشر في الغشاء ويمرر اليكتروناته إلى معقد تالٍ هو ردكتاز سيتوكروم. والسيتوكروم هـو حـامل اليكترونـات يحتـوى مجموعـة حديـد-هيـم متصلـة بـبروتين. والحديد يمكن أن يكـون في حالة إختزال $ح^{+2}$ أو أكسـدة $ح^{+3}$ أثنـاء النقـل. وردكتـاز السـيتوكروم يحتوى عناقيد حديد-كبريت مع سيتوكرومين ب b ، ج$_1$ c_1 (سيتوكروم ب له مجموعتان حديد-هيم لهما ميل اليكتروني مختلف). و كيويـد، QH_2 يمرر اليكتروناً واحداً إلى عنقـود حديد-كبريت ثم إلى سيتوكرومات ج$_1$ c_1 ، ج c. وأكسدة كيويـد، QH_2 يترك شبه-كينـون كيويـد· semi-quinone QH ومنه يمر اليكـترون إلى سيتوكروم ب ليترك كيو Q. ومن سيتوكروم ب b فإن الاليكترون يمر إلى جزىء شبه-كينون ثانٍ ليكـون كيويد، QH_2. وبـذا فـإن جزيئين من كيويد· QH تحول إلى كيو واحد 1Q وواحد كيويد، QH_2، ويمر اليكترون واحد خلال معقـد ردكتــاز سـيتوكروم إلى سـيتوكروم ج cytochrome c.

أكسيداز السيتوكروم cytochrome oxidase

السيتوكروم ج cytochrome c مثل قرين الإنزيم كيـو Q coenzyme هـو حـامل متحـرك يمـرر الاليكترونات من مركب إلى الآخر. والاليكترونات مـن سـيتوكروم ج c تنقـل إلى معقـد نـهائى هـو أكسيداز السيتوكروم ثم إلى الأكسجين الجزيئى. ويحتوى أكسيداز السيتوكروم مجموعتين هيم (في السـيتوكرومين أ، أ$_3$) وأيونـين نحـاس. والهيمـات توجد في أجـزاء مختلفـة مـن السـيتوكروم ونظـراً لإختـلاف بيئاتـها لهـا ميـل مختلـف للاليكـترون. وسـيتوكروم ج c المختزلـة يعطـى اليكترونـه إلى الهيم في سيتوكروم أ a ثم بعد ذلك إلى الهيم في سـيتوكروم أ$_3$ a_3. وهـذه السـيتوكرومات تحتـوى نحاساً والذى يتبادل بين حالات $نح^{+2}$ (مؤكسد)، $نح^{+}$ (مختزل) أثناء نقل الاليكترون إلى أكسيجين جزيئى وأربع اليكترونـات تمـر إلى الأكسـجين لإختزاله إلى ماء.

ضخ البروتونات proton pumping

إنسياب الاليكترونات خـلال ثلاثـة مـن المعقـدات (ردكتـاز نـك.أ.ثنـا.نـو-كيـو NAD-Q وردكتـاز السـيتوكروم وأكسـيداز السـيتوكروم) يرافـق بضـخ البروتونات خلال غشـاء السـحيات الداخلـى مـن الشبكة إلى جـانب السـيتورول cytosol. والقـوة الدافعـة للمضخـات هـى طاقـة مطلقـة مـن الاليكترونـات تنقـل خـلال تدريـج كامـن

potential gradient. والمعقد الرابع ردكتاز سكسينات كيو لايضخ بروتونات لان الطاقة التى تصبح متاحة عندما تنساب الاليكترونات خلاله غير كافية.

قوة دفع البروتون proton-motive force

إنسياب الاليكترونات والبروتونات من نك.أ.ثنا.نو.يد NADH إلى الأكسجين يطلق طاقة (المعادلة ١٢)

نك.أ.ثنا.نو.يد + يد$^+$ + ٠,٥ أ$_2$ ⇌ يد$_2$أ + نك.أ.ثنا.نو$^+$	١٢
Δج$^{\prime}$ صفر = -٢٢٠ كيلوجول/جزىء mol	

وهذا يستخدم لدفع تخليق أ.ثلا.ف (المعادلة ١٣) حيث فو P$_1$ فوسفات غير عضوية

أ.ثنا.ف + فو + يد$^+$ ⇌ أ.ثلا.ف + يد$_2$أ	١٣
Δج$^{\prime}$ صفر = +٣١ كيلوجول/جزىء mol	

وتخليق أ.ثلا.ف ATP يجرى بتجميع جزيئى لسينثاز أ.ثلا.ف ATP synthase أو (أ.ثلا.ف از ATPase) على غشاء السبحيات الداخلى. والطريق الذى تنساب فيه الاليكترونات (أكسدة) يزدوج طاقياً مع تخليق أ.ثلا.ف ATP (فسفرة) يشرح بواسطة الفرض الكيمى-تناضحى chemiosmotic. وبالنسبة لهذه الفكرة فإن إنسياب الاليكترونات فى سلسلة نقل الاليكترونات يؤدى إلى ضخ البروتونات خلال الغشاء الداخلى من الشبكة (الداخل) إلى المنطقة السيستولية cystolic (الخارج) وتولد قوة دفع بروتون (ق.د.ب PMF) وهى تتكون من تدرج لتركيز البروتون (ج$_{يد}$) وإختلاف الشحنة (جهد كهربى خلال الغشاء transmembrane electrical potential). والغشاء الداخلى للسبحيات غير نفاذ للبروتونات فيما عدا عند مواقع معينة. والبروتونات إما أن تنساب مرة ثانية إلى الشبكة خلال تجمعات سينثاز أ.ثلا.ف ATP ويتم إنتاج أ.ثلا.ف ATP. و ق.د.ب PMF تولد بمعقدات نقل الاليكترونات الثلاثة. والتدرج البروتونى المولد فى كل معقد بإنسياب واحد أو زوج من الاليكترونات يمكن أن يستخدم لتخليق جزء واحد من أ.ثلا.ف ATP. وأكسدة نك.أ.ثنا.نو.يد NADH يعطى ثلاثة جزيئات من أ.ثلا.ف ATP ولكن أكسدة فلا.أ.ثنا.نو.يد$_2$ FADH$_2$ يعطى جزيئين لأن الاليكترونات من فلا.أ.ثنا.نو.يد$_2$ FADH$_2$ تتجنب موقع ضخ البروتونات الأول.

آلية ضخ البروتونات
mechanism of proton pumping

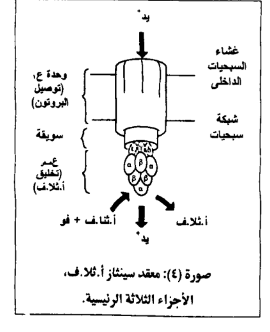
يعتقد أن إنسياب الاليكترونات خلال معقدات ضخ البروتونات يسبب تغيرات فى شكل البروتينات المعقدات. وكنتيجة لذلك فمجموعات ربط البروتونات على هذه البروتينات تغير من ميلها للبروتونات والجانب من الغشاء الذى تواجهه. والبروتونات على ذلك يمكن تحريكها من الشبكة إلى الجانب السيتوسولى cytosolic للغشاء.

سينثاز أ.ثلا.ف ATP synthase

معقد سينثاز أ.ثلا.ف (الصورة ٤) يتكون من وحدة تخليق أ.ثلا.ف وقناة توصيل البروتون والغشاء

الداخلى للسبحيات يغطى بمثل هذه التركيبات.

ووحدة تخليق أ.ثلا.ف ATP هو فى شكل مقبض knob يبرز من الغشاء الداخلى فى الشبكة. وهو يتكون من خمسة أنواع من سلسلة عديد الببتيد (α_3، β_3، γ، δ، ε) وهى معاً تكون تحت وحدة ع$_1$ F$_1$ subunit (ع = عامل factor = F) وقناة توصيل البروتون (تحت وحدة عصفر F$_0$ subunit) هى بروتين غير محب للماء hydrophobic والذى يمتد على spans الغشاء الداخلى ويحتوى قناة تستطيع خلالها البروتونات أن تنساب وتتصل بتحت وحدة ع$_1$ F$_1$ عن طريق سويقة stalk صغيرة.



صورة (٤): معقد سينثاز أ.ثلا.ف،
الأجزاء الثلاثة الرئيسية.

وإنسياب البروتون خلال سينثاز أثلا.ف ATP يؤدى إلى إطلاق أ.ثلا.ف من المعقدات. و يعتقد أن ع$_1$ F$_1$ له ثلاث تحت وحدات حافزة متفاعلة interacting (تحت وحدات β) كل منها فى حالة تهيئة conformational مختلفة فواحدة ترتبط مادة التفاعل والنواتج ربطاً مفكوكاً loosely (حالة ف L state) وواحدة تربطهم بشدة ونشطة حفزياً (حالة ح T state) بينما الأخيرة لاترتبط على الإطلاق (حالة فتح أ open or 0 state).

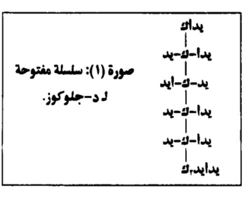
و أ.ثنا.ف ADP والفوسفات غير العضوية ترتبط بموقع ف L ولكن لايحدث أى شىء لأن موقع ف L ليس نشطاً حفزياً. وإنسياب البروتون خلال المعقد (لتبديد ق.د.ب PMF) يغير من حالة جميع المواقع الثلاثة: ف إلى ح T to L، ح إلى أ T to O، أ إلى ف O to L. ويخلق أ.ثلا.ف ATP على موقع ح T الجديد بينما ينطلق من الموقع القديم ح T والذى تغير إلى موقع أ 0. والقياسات التجريبية تبين أن تخليق جزىء واحد أ.ثلا.ف ATP من أثنا.ف ADP والفوسفات غير العضوية يرتبط بمرور ثلاثة بروتونات خلال سينثاز أ.ثلا.ف. والكفاءة الكلية لصيد الطاقة المطلقة من أكسدة نك.أ.ثنا.نـو.يد NADH (٢٢٠ كيلو جول/جزىء mol كثلاثة جزيئات من أ.ثلا.ف ATP (٣ × ٣١ كيلو جول / جزىء mol) هى ٤٢٪. (Macrae)

كربوايدرات carbohydrates

التقسيم والخواص
classification & properties

د-جلوكوز D-glucose وهو السكر المركزى الأيضى لمعظم الكائنات فُهِمَ أولاً أنه سلسلة مفتوحة ثم بعد ذلك بالتدقيق أكثر وُجِدَ أنه حلقة نصف أسيتال أكثر ثباتاً وهذا هو عمل هاورث Haworth. وله الصيغة ك$_6$يد$_{12}$أ$_6$- سكر أحادى

ولكن من الصيغة التركيبية تَبَيّن أنه ألدهيد وعديد أيدروكسيل (الصورة ١). وعندما يتحد ٢-١٠ سكريات أحادية معاً فإنها تكون بضع سكريات oligosaccharides وعندما يتحد أكثر من ١٠ وحدات سكريات أحادية فإنها تنتج عديد السكريات polysaccharides.

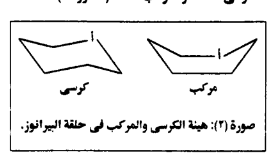


صورة (١): سلسلة مفتوحة لـ د-جلوكوز.

والسكريات الأحادية الغذائية هي جزيئات لها وزن جزيئي منخفض وتحتوي على ٥ أو ٦ ذرات كربون ولها الصيغة كن (يد٢أ)ن. وهي تكون أسيتال acetal. ومجموعة الكربونيل يمكن أن تتفاعل مع واحد من مجموعات الكحول لتكون نصف أسيتال hemiacetal. وعندما تشترك ك١ في د-جلوكوز في تركيب نصف أسيتال فإنه يتصل به أربع مجموعات ويوجد في شكلين يسميان أنوميرات anomers. وفي سلسلة د-أيزوميري D-isomeric – وإليه ينتمي الجلوكوز الطبيعي – فإن شكل α-د وعنده الأكسجين في الكربون الأنوميري anomeric على الجانب المعاكس لك٦ من تركيب حلقة هاورث Haworth. β-د-جلوكوبيرانوز به الأكسجين الأنوميري على نفس الجانب كما في ك٦.

والسكريات التي تختلف في الهيئة عند مركز chiral غير ك١ تسمى إبيميرات epimers. د-مانوز هو ك٢ إبيمير لـ د-جلوكوز، و د-جالاكتوز هو ك٤ إبيمير لـ د-جلوكوز.

وحلقات السكر ليست مسطحة كما في إسقاط هاورث. والبيرانوزات قد تأخذ أشكالاً مختلفة منها الكرسي chair والمركب boat (الصورة ٢).



صورة (٢): هيئة الكرسي والمركب في حلقة البيرانوز.

وكثير من السكريات السداسية توجد في الشكل الكرسي الجاسيء وفي حالات أقل توجد في شكل المركب المرن أو أشكال ملوية.

والسكريات الأحادية توجد طبيعياً في كميات صغيرة، فـ د-جلوكوز يوجد في شكل حر في كمية صغيرة جداً في النباتات ولكنه يمثل ٠,٨ – ١,٠٪ من الكربوايدرات في الدم حيث هو مصدر الطاقة الخلوي الأساسي للإنسان والحيوان. ووحدات د-جلوكوبيرانوز متصلة بواسطة روابط α-١،٤-د تكون نشا ووحدات د-جلوكوبيراز تتحد مع سكريات أخرى في عديد من عديد السكريات.

والسكريات الثنائية الموجودة في الأغذية تشمل السكروز (من قصب وبنجر السكر) والمالتوز (سكر الذرة) واللاكتوز (سكر اللبن). وهي لاتمتص في الأمعاء الصغيرة إلا بعد تحويلها إلى سكريات أحادية. وبعض السكريات المقاومة لإنزيمات الإنسان

وكذلك عديد السكريات تمر خلال القناة الهضمية وتعطى حجماً (أليات) وبضع السكريات قد تهضم بالفلورا الدقيقة فى القولون وتعطى أحماضاً عضوية وتنتج إنتفاخ البطن flatulance.

تركيب عديد السكريات

معظم عديد السكريات بها ١٠٠ إلى عدة آلاف من وحدات السكر وبعضها يحتوى موحود أحادى السكر (هومو جليكانات homoglycans) ومنها السيليولوز والنشا وتعطى د-جلوكوز بالحلمأة. والزيلان يتكون من د-زيلوبيرانوزيل. وبعض عديد السكريات سلاسل مستقيمة والبعض الآخر متفرع وبعضها له فروع لها وحدات سكر وحيدة على سلسلة رئيسية بينما البعض له فرع معقد على فرع أو تركيب يشبه العشب.

(أنظر: نشا، صموغ، سيليولوز، هيميسيليولوز وبكتين)

الكيمياء والخواص الفيزيقية للسكريات

حلمأة الجليكوسيدات بما فيها بضع السكريات وعديد السكريات تتأثر برقم جيد ودرجة الحرارة والهيئة الأنوميرية وحجم حلقة السكر. وهو يؤثر على اللون وتكوين أو تثخين الجل. والروابط الجليكوسيدية تُشقّ فى وسط حامضى أسهل من الوسط القلوى حيث هى ثابتة تقريباً فى القلوى والحلمأة تحدث كما فى الصورة (٣).

صورة (٣): آلية حلمأة محفزة بالحمض لـ ألكايل بيرانوسيدات.

تحول الدوران mutarotation وهو تغيير أنومر anomer إلى آخر يشرح إستقطابياً polarimetrically بتوازن α أو β-د-جلوكوز. فالـ β-د-جلوكوز فى محلول له دوران متخصص $[\alpha]_D$ +١٨,٧° والذى يزيد فى خلال عدة ساعات إلى +٥٣°. α-د-جلوكوز أصلاً له دوران متخصص $[\alpha]_D$ +١١٢° والذى ينقص إلى +٥٣°. والتوازن يتوافق مع تكوين من ٣٦,٢٪ α-د-جلوكوز، ٦٣,٨٪ β-د-جلوكوز والحمض أو القلوى يعملان كحافز.

الأينلة enolization ويحفزها قلوى تحدث شكل الكرسى المفتوح لإنتاج إينيديول enediol (الشكل ٤). د-جلوكوز يمكن أن يحدث له عدة تفاعلات لإنتاج خليط من د-جلوكوز وأبيمره كـ٢-د-مانوز والكيتوز د- فركتوز.

د-جلوكوز د-مانوز   أينيديول   د-جلوكوز

د-فركتوز

صورة (٤): الأينلة لـ د-جلوكوز المحفزة بالقلوى.

والتهدم الحرارى محفزاً بالحمض أو القلوى للبنتوزان يعطى ٢-فيورالدهايد 2-furaldehyde كمركب رئيسى أما الهكسوزات فتعطى ٥-أيدروكسى ميثيل ٢-فيورالدهايد 5-hydroxy-methyl 2-furaldehyde ومركبات أخرى مثل ٢-أيدروكسى أسيتيل فيوران وأيزومالتول. وبعض هذه المركبات ذات رائحة مرغوبة أو غير مرغوبة فى الأغذية.

والإحتراق الشديد pyrolytic reaction يعطى نظام حلقى فريد غير مشبع مع مذاق وشذا فريد. فمالتول (٣-أيدروكسى-٢-ميثيل بيران-٤-وان) وأيزومالتول (٣-أيدروكسى-٢-أسيتيل فيوران) تساهم فى نكهة الخبز المخبوز الطازج ، ٢-هـ- أيدروكسى-٥-ميثيلفيوران-٣ وان 2-H-hydroxy-5-methylfuran-3 one لـه نكهة اللحم المطبوخ ويمكن إستخدامه كمعزز للنكهة وفى الحلويات.

(أنظر: التكرمل، تفاعل مايارد، الصموغ والنشا)

تفاعل السكر مع مكونات الغذاء الأخرى

يتفاعل السكر مع الماء أساساً نتيجة الروابط الأيدروجينية (ر أيد ...أيد٢) وهذا يقلل ضغط البخار ونشاط الماء (م$_{ن}$ aw) ويخفض نقطة التجمد ويرفع نقطة الغليان (الجدول ١). والسكريات غير النقية تمتص ماءاً أكثر على معدل أكبر عن السكريات النقية. والسكريات خاصة الجليكوسيدات تتفاعل مع الأحماض فى محاليل منتجةً حلمأة بواسطة أحماض سيتريك والخليك وطرطرات البوتاسيوم الحمضية (كريمة الطرطر).

كما تنتج الحلمأة شراب ذرة عالى السكر (أنظر).

جدول (١) : درجات الحرارة النهائية فى الحلوى.

الحلوى	درجة الحرارة النهائية (°م)	الحلوى	درجة الحرارة النهائية (°م)
فوندان	١١٤	كارامل	١٢٠
فدج	١١٢	كسر السودانى	١٤٩
بالوشا	١١٢	الخطمى	١١٦

السكريات المحتوية على أيزومارات مفتوحة السلسلة بها مجموعة ألدهايد تعرف بإسم السكريات المختزلة وتتفاعل مع مركبات تحتوى مجموعات أمينو حرة فى تفاعل مايارد Maillard (أنظر).

تفاعل السكريات العديدة مع المكونات الأخرى

تتفاعل السكريات العديدة مع المكونات الأخرى خاصة الماء لتكون مشتقات مثخنة أو جلات وهذا ينظم نشاط الماء (أنظر).

وقد تتفاعل مع الأحماض ويحدث حلمأة (أنظر: نشا، سيليولوز، هيميسيليولوز، بكتين، وصموغ نباتية).

والسكريات العديدة قد تتفاعل مع الأيونات في الأغذية خاصة الموجب منها وقد تقل لزوجة التشتت كما في حالة الصمغ العربي ولكن الأكثر أنها تزيد اللزوجة وقد تكون جلاً. ومن أمثلة هذه الجلات المنعقدة كيماوياً البكتين منخفض الميثوكسيل والكاراجينان والألجينات.

والسكريات العديدة قد تتفاعل مع بعض البروتينات فالكربوكسي ميثيل سيليولوز قد يستخدم لتثبيط ترسيب البروتين في شراب لبن منكه بالفاكهة. والكاراجينان يستخدم من زمن طويل لتثبيت الكازين ضد التفاعل مع أيونات الكالسيوم. وقد تتحسن جودة الدقيق بإضافة صمغ الزانثان والكاراجينان.

التفاعل مع مركبات النكهة

في الأغذية التي يزال فيها الماء بالتجفيف مثل القهوة الفورية تحل مركبات النكهة محل الماء بالكربوايدرات خاصة الدكسترينات لثباتها. والصمغ العربي يكون فيلماً حول جزيئات النكهة مما يقلل إمتصاص الماء والفقد بالتبخر والأكسدة الكيماوية. ومخاليط الصمغ العربي-جيلاتين أستخدمت في الكبسلة الدقيقة مما يسمح بالإحتفاظ بمركبات النكهة قبل ذوبان الغطاء.

التغيرات أثناء المعاملة

تحدث تغيرات في الكربوايدرات نتيجة مساهمة من الحرارة والحمض أو الحرارة والأحماض الأمينية، فعلى درجات حرارة أعلا من ١٠٠°م النشا والسكريات العديدة الأخرى معرضة لدرجة من التهدم الحراري. وعلى الأقل قد يحدث نقص في اللزوجة. ومعظم الأغذية تستخدم نشا وتحتاج إلى طبخ ففي غياب الماء يحدث تهدم حراري يعرف بإسم دكسترنة dextrinization ينتج عنه لزوجة عجينة أقل عند طبخ الغذاء بعد ذلك. وإذا سخن النشا في وجود الماء يحدث جلتنسه أي أن الحبيبات تمتص الماء إمتصاصاً غير عكسي لإنتاج إنتفاخ شامل. النشا المجلتن بالتبريد يحدث له إنتكاس retrogradation وهذا يؤدي إلى أجون الخبز bread staling والنشا العادي المحتوي على جزيئات أميلوز طولية يعطي جلاً ولكن النشا الشمعي ليس به أميلوز ولايكون جلاً. وفي حالة النشا العادي تكون مناطق الإتصال المستمر وكبرها يؤدي في النهاية إلى تغير في تركيب الجل مع إندغامه syneresis وهذه الظاهرة ملحوظة تماماً في المنتجات المحتوية على نشا عادي عندما تعرض لدورات عدة من التجميد-التيع ولهذا السبب فإن الأغذية المحتوية على نشا والتي ستجمد تحضر بإستخدام نشا شمعي لايحتوي على أميلوز.

❖ الهضم والإمتصاص والأيض
digestion, absorption & metabolism

تمثيل الكربوايدرات الغذائية في الجسم هو عملية معقدة في أربعة أعضاء منفصلة (الغدد اللعابية والمعدة والأمعاء الصغرى والقولون) وتشمل الهضم والنقل النشط والسلبي active & passive والتخمر اللمعي luminal fermentation مع إمتصاص الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة.

الهضم digestion

يتكون النشا من بوليمر سلسلة مستقيمة من الجلوكوز تتصل بـ α-١، ٤ روابط (أميلوز) وأميلوبكتين جلوكو بوليمر متفرع يتكون من α-١، ٦ روابط على حوالي كل ٢٥ جلوكوز في بوليمر الأميلوز. والمواد الكربوايدراتية التي لاتهضم ولاتمتص في الأمعاء الصغيرة تعرف بإسم الألياف الغذائية. وفي الغذاء الغربي يكون النشا ٥٠-٦٠٪ من الكربوايدرات والسكريات الثنائية ومعظمها سكروز ٣٠٪ واللاكتوز ١٠٪ والمحتوى من النشا وهو أهم شكل تخزيني للسكريات العديدة في النباتات يعتمد على النوع والجزء من النبات وعمره.

ومحتوى عالٍ من الأميلوز في النشا يعتقد أنه يقلل الهضم ونوع الغذاء وتحضيره يؤثران على الهضمية في الجسم *in vivo* ويساعد الطبخ والمعاملة على الهضم. والنشا والسكريات الثنائية تتعرض للهضم في داخل تجويف lumen الأعضاء المكونة من الأمعاء الأمامية والوسطى foregut & midgut أي الفم والمعدة والأمعاء الصغيرة. والسكريات العديدة من ٢٠٠ نبات تهضم بواسطة البكتريا في تجويف قولون غير المجترات والآتي من الأمعاء الخلفية hindgut وفي المجترات يحدث هذا الهضم في المعدة الأمامية forestomach.

الحلمأة اللعابية والمعدية
salivary & gastric hydrolysis

أميلاز اللعاب مهم في إبتداء هضم النشا ويتوقف ذلك على زمن المضغ وذلك على روابط α-١، ٤-جلوكوز وبتقدم التفاعل يصبح المالتوز والمالتوتريوز maltotriose مقاومين لفعل الأميلاز. وأميلاز اللعاب يثبط برقم جـ$_{يد}$ الحمضي في فراغ المعدة وإن كان وجود النشا أو نواتج تحليله يمكن أن يحمي الإنزيم من مسخ الحمض وبهذه الطريقة يمكن لأميلاز اللعاب أن يصل إلى جـ$_{يد}$ الأكثر تعادلاً في تجويف الأثني عشر.

وفي الإنسان الذي عمره أكثر من سنة فالألفا أميلاز في فراغ الأثني عشر عالٍ إلى حد ما وقبل هذا السن لايوجد نشاط أميلاز كبير في الفراغ لأن كلاً من إنزيمات اللعاب والبنكرياس لم تصل بعد إلى معدلها الطبيعي من الإفراز. وحماية الأميلاز بواسطة المنتجات المحلمأة قد يكون نافعاً للمولود الجديد قبل أن تصل مستويات الأميلاز إلى مستويات البالغين. ومعدل التفريغ المعدي gastric emptying يتصل بالحمل السعري وينقص بحمل كربوايدراتي كبير وغرض هذه الخطوة التنظيمية هو غالباً الحد من وصول غذاء غير مهضوم إلى الأثني عشر وتجنب زيادة حمل مقدرة فراغ الأمعاء الصغيرة على حلمأة كل الكربوايدرات.

الحلمأة البنكرياتية pancreatic hydrolysis

α-أميلاز هو الإنزيم البنكرياتي الوحيد النشط على المواد الكربوايدراتية وبالعكس فإن الدهون والبروتينات يتم مهاجمتهما بواسطة أكثر من إنزيم بنكرياتي. والأميلاز اللعابي يعطي هامشاً من الضمان مطلوب لهضم النشا. والإنزيم البنكرياتي مثل اللعابي نشط في جو متعادل ويحلميء النشا من الروابط α-١، ٤ الداخلية. وفي الظروف العادية معظم النشا الغذائي يحلمأ في تجويف lumen الأمعاء الصغيرة بواسطة الإنزيم البنكرياتي.

وهناك عدة عوامل تحدد تمام هضم النشا فمعاملة الغذاء عامل وتغير نقل الأمعاء عامل آخر وتكون الوجبة قد يؤثر على التغير في وقت النقل من وجبة إلى أخرى. والدهن والبروتين قد تؤثر على إطلاق كوليسيستوكينين cholecystokinin وبالتالي إطلاق الإميلاز في التجويف lumen. وهذه المغذيات قد تؤخر التفريغ المعدى وبذا تسمح بوقت أكثر لهضم النشا في داخل التجاويف intraluminal. ونشاط الأميلاز يمكن أن يتغير بمواد داخل التجاويف intraluminal بما فيها مثبطات البروتين التي توجد في بعض النباتات. والكربوايدرات الغذائية في صورة نشا يمكن أن تزيد إفراز α-أميلاز في الحيوانات والمولودين حديثاً في الإنسان ولكن بضع السكريات لاتعمل ذلك في الإنسان.

وإطلاق الجلوكوز من النشا يشجع إستجابة هرمونية ليس من الكوليسيستوكينين ولكن من الأنسولين. ومقدار إستجابة سكرية الدم (glycaemic response) يختلف بإختلاف مصدر الكربوايدرات ويتوقف على شكل ومعاملة النشا وعلى وجود ألياف غذائية. والوجبات المحتوية على دهن تزيد من إفراز عديد الببتيد المثبط للمعدة (ع.ث.م GIP) gastric inhibitor polypeptide والذى وظيفته الهرمونية الأساسية يظهر أنها تعزيز إطلاق الأنسولين الموسط بالجلوكوز.

الهضم المعوى (سطح الغشاء)
Intestinal (membrane surface) digestion

أهم نواتج هضم النشا في التجاويف intraluminal بواسطة الأميلازات هي المالتوز والمالتوتريوز و α-حد دكسترينات α-limit dextrins ولكن ليس جلوكوز وهو الناتج الوحيد الذى يمكن إمتصاصه سليماً. و α-أميلاز لاتستطيع شق روابط α-١، ٤ بقرب نقاط تفرع α-١، ٦ وبذا تترك حوالي ٣/١ الأميلوبكتين غير مهضوم وهذه النواتج النهائية يمكن أن تعمل كمثبطات لنشاط α-أميلاز فيما بعد ولكنها تزال بسرعة بالحلمأة بواسطة إنزيمات فُرَشْ الحدود brush border. والـ α-أميلاز وجد أنه يتصل بواسطة شحنات كهربية ساكنة إلى فُرَشْ الحدود brush border وهذا الإتصال كان يعتقد بأنه يعطي ميزة حركية لحلماة النشا أو إمتصاص منتجاتها.

والسكريات الثنائية الغذائية سكروز ولاكتوز يتم حلمأتها أيضاً بإنزيمات فُرَشْ الحدود brush border (الجدول ٢).

فُرَشْ الحدود brush border : العدد الكبير من البروزات التي تبطن سطح خلايا الأمعاء الظهارية وتزيد من سطح الغشاء لإمتصاص المغذيات.

جدول (٢): الكربوهيدرازات الثديية المستخدمة فى هضم الكربوايدرات الغذائية.

الإنزيم	حجم (كيلودالتون) غير جليكوسيلاتى سلف بروتين	سلف بروتين جليكوسيلاتى	الشكل الناتج	تخصص مادة التفاعل	الروابط المشقوقة	ثم (مللى جزىء/لتر)ا	النواتج
α-أميلاز (الإنسان)							مالتوز، مالتوتريوز
لعاب	ا	ا	٥٥	نشا	جلو α-١،٤ جلو	٠,٠٢ب	دكسترينات α-حد
بنكرياس	ا	ا	٦٠	جلون >٦			
جلوكوأميلاز							
خنزير	٢٠٠	٢٢٥	٢٤٥ج	أوليجوميرات	جلو α-١، ٤ جلو	١-٤	جلوكوز
				جلوكوز طولية			
فأر	١٤٥		١٢٥+١٣٥	(جلون = ٢-٩)			
سكراز-	٢١٠	٢١٧	٢٣١د	سكروز،	جلو α-١، ٤ فرو	٢٠	جلوكوز،
أيزومالتاز			١٤٥+١٥١	تيورانوز			فركتوز
(إنسان)				دكسترينات α-حد	جلو α-١، ٦ جلو	١-٤	جلوكوز
لاكتاز-	٢٠٠	٢١٤	٢٦٢هـ	لاكتوز، سيلوبيوز	جلو β-١، ٤ جلو	١٨	جلوكوز.
جليكوزيل				β-جليكوسيدات			جالاكتوز،
سيراميداز (إنسان)				مع أجايكون			اجليكونات
				غير محب			مختلفة
				للماء			
				(مثل الفلوريزين)			
تريهالوز							
أرنب	؟	؟	٧٥	تريهالوز	جلو α-١، ١ جلو	٢-٥	جلوكوز
فأر	؟	؟	٩٤				

أ- هذه الإنزيمات لاتخلق كسلف بروتينات.

ب- ثم لبوليمرات نشا من طول متوسط.

ج- جلوكوأميلاز هو مثنوى متغاير فيه كلا الببتيدين المعاملين كاملاً لهما نشاط مشابه.

د- سكراز-أيزومالتاز هو مثنوى متغاير يحتوى تحت وحدة سكراز (١٤٥ كيلو دالتون) وأيزومالتاز (١٥١ كيلو دالتون).

هـ- اللاكتاز يُحَوَّل إلى ببتيد وحيد أصغر (١٦٠ كيلو دالتون) يحتوى كلا النشاطين الإنزيميين.

وهذه الإنزيمات كلها بروتينات كبيرة (>٢٠٠ كيلو دالتون) وتوجد كمثنوى متغاير heterodimers أو تحت وحدات وحيدة مع سويقات خلال أغشية transmembrane و>٩٠٪ من حجمها يمتد فى تجويف lumen الأمعاء. وباستثناء التريهالاز trehalase - والذى معروف عنه قليل - فهذه الإنزيمات تخلق كسلاسل ببتيدية واحدة كبيرة وتحور بواسطة الجليكوسيلة والإنشقاق glycosylation & cleavage؛ والسكراز-أيزومالتاز والجلوكوأميلاز تشق الى تحت وحداتها النهائية على السطح الخارجى للخلية المعوية enterocyte بينما إنشقاق اللاكتاز يظهر أنه يحدث فى الإنسان والخنزير داخل الخلايا وفى الفأر خارجها. والجزء السويقة stalk لهذه البروتينات يشق بواسطة بروتيوزات البنكرياس المنتجة داخل التجويفات والذى فى حالة اللاكتاز ينقص أيضاً كمية الإنزيم النشط. وخطوات المعاملة المختلفة فى تخليق هذه البروتينات تأخذ أهمية أكبر لأن نقص سكراز-ايزومالتاز وبعض النقص النسبى للاكتاز فى الثدييات البالغة يمكن أن يوصف بتغيير فى المعاملة الخلوية.

وثنائى السكريدازات disaccharidases مسئولة عن الخطوات النهائية فى هضم النشا وللهضم الكامل للسكريات الثنائية. وهذا الهضم السطحى مهم لأن السكريات الأحادية فقط يمكن أن تمتص من تجويف lumen الأمعاء. بجانب أن نشاط السكريات الثنائية قد يكون محدداً لمعدل إمتصاص السكريات المكونة. وهذا هو الحال مع اللاكتاز وهو محدود فى كميته فى النسيج فى الثدييات البالغة. وحلمأة الجلوكواميلاز لبضع (مكونات) الجلوكور glucose oligomers قد تكون محدده لمعدل إمتصاص الجلوكوز عندما يكون نشاط α-أميلاز التحويفى luminal قليلاً. وتوزيع ثنائى السكريدازات على طول الأمعاء مصمم لهضم كفء فمحتوى الإنزيم يرتفع فى الأثنى عشر ويصل إلى القمة فى الصائم jejunum وينزل فى اللفيفى ileum وعادة هضم الكربوايدرات يتم تقريباً فى منتصف الصائم mid-jejunum وبذا فإن نشاط انزيم اللفيفى ileal هو عامل أمان نفرض أن زمن النقل فى الأمعاء كافٍ للهضم أن يكتمل.

وعوامل التغذية يمكن أن تنظم مستويات ثنائى سكريدازات disaccharidases فُرَشْ الحدود brush border كما هى الحالة فى أميلازات اللعاب والبنكرياس (الجدول ٣). وفى الفأر فإن مستويات الصيام العالية للسكراز-أيزومالتاز تنقص بعد الأكل نظراً لتحول الإنزيم السريع المُوَسَط بواسطة بروتيوزات البنكرياس. وكذلك ثنائى السكريدازات disaccharidases تزال أيضاً من سطح فُرَشْ الحدود brush border بواسطة فعل بروتيوزات البنكرياس. وفى حالة عدم كفاية البنكرياس فإن محتوى فُرَشْ الحدود brush border من ثنائى السكريدازات يزداد ربما لتعويض نقص نشاط α-أميلاز البنكرياتى.

وتناول غذائى عال للسكروز أو الفركتوز فى الإنسان يزيد من نشاط الجلوكوأميلاز وسكراز-أيزومالتاز ولكن ليس اللاكتاز. والتغذية باللاكتوز لايظهر أنها تؤدى إلى زيادة جوهرية فى نشاط اللاكتاز فى الإنسان. والصوم فى الفأر يؤدى إلى نقص فى كل

نشاط ثنائي السكريدازات disaccharidases ماعدا اللاكتاز والذي يحتفظ بنشاطه. ونشاط اللاكتاز عالٍ عند الولادة في معظم الثدييات وينقص بعد فترة الرضاعة حتى يصل إلى مستويات قدر ١٠٪ منه وقت الولادة. وإبتداء هذه العملية قد يحدد وراثياً ولكن يمكن تغييره بالهرمونات والمغذيات. ومحتوى الأنسجة من رسول حمض الريبونيوكليك (ر.ح.ر.ن mRNA) رامزاً لنقص اللاكتاز بعد الرضاعة في معظم الدراسات، بينما تخليق اللاكتاز ينقص، معطياً آلية ممكنة لهذا التعود المدهش.

جدول (٣): العوامل التي تغير من نشاط الكربوايدرات.

الإنزيم	العامل	التأثير
α-أميلاز	تغذية النشا وجود منتجات حلماة تطور قبل الولادة	زيادة محتوى الإنزيم نقص التهدم زيادة تخليق الإنزيمات
ثنائي سكريدازات	تثبيط المنتج النهائي تحول الأنزيم (إنزيمات بنكرياسية) عدم كفاية البنكرياس	نقص النشاط نقص المحتوى الإنزيمي زيادة محتوى الإنزيم
سكراز-أيزومالتاز	تغذية وجبة واحدة تغذية سكروز ، فركتوز تطوير قبل الولادة	نقص المحتوى الإنزيمي زيادة المحتوى الإنزيمي زيادة المحتوى الإنزيمي
لاكتاز	تطور بعد الولادة	نقص المحتوى الإنزيمي

والإرتباط مابين النقص في نشاط اللاكتاز وتقصير عمر الخلية المعوية enterocyte هو قريب جداً بحيث أن الظاهرتين إعتبرتا متصلتين. وقد يبدو أن نقص نشاط اللاكتاز بعد الإرضاع قد يشتمل آلية مابعد الإنتساخ post-transcriptronal. وفي معظم الثدييات تظهر الـ α-جلوكوسيدازات النشاط الكامل بعد الولادة وهي ظاهرة تحت ضبط الإنتساخ transcriptional. ولكن في الإنسان نشاط كلا من α، β-جلوكوسيداز متقدم عند الولادة. والأطفال المولودون قبل الميعاد لهم نشاط لاكتاز ناقص نوعاً ما ولكنهم عادة غير حساسين للاكتوز ربما يسبب أن النشاط الكافي موجود أو بسبب أن هضم القولون للاكتوز يسمح بإمتصاص منتجات من قولون أكثر نفاذية. وبعض الناس يحتفظون بنشاط لاكتاز عند مستويات عالية بعد الفطام.

هضم القولون التجويفي

colonic (luminal) digestion

بالرغم من أن هضم وإمتصاص الكربوايدرات ذا كفاءة عالية فإن بعض الكربوايدرات يمكن أن تهرب من الهضم في الأمعاء الصغيرة وتصل إلى القولون. فيصل حتى ٧٠جم من الكربوايدرات بما فيها الألياف الغذائية كل يوم في الإنسان وهذه الكربوايدرات تخمر بواسطة بكتيريا القولون إلى أحماض دهنية قصيرة السلسلة (أهمها الخلات والبروبيونات والبيوترات) وغاز الأيدروجين والميثان كما يظهر في المعادلة:

٣٤,٥ ك$_6$ يد$_{12}$ أ$_6$ ← ٤٨ ك يد$_3$ ك أأيد + ك يد$_3$ ك يد$_2$ ك أأيد + ٥ ك يد$_3$(ك يد$_2$)$_2$ ك أأيد + ٢٣,٧٥ ك يد$_4$ + ٣٤,٢٥ ك أ$_2$ + ١٠,٥ يد$_2$ أ

وفي المجترات تنتج هذه في المعدة الأمامية وفي الثدييات الأخرى في الأعوَر والقولون: والبيوترات والكابروات قد تطلق بفعل ليباز المعدة على الجليسريدات الثلاثية للبن وقد تكون مهمة تغذوياً للأطفال.

وفـي القولـون تنتـج البكتيريـا كـلا البروتيوزات والجليكوسيدازات لهدم الميوسين ربما لدعم نمو البكتيريا. وفقط أنواع معينة تفرز أ.ب.هـ ABH إنزيمات هدم مجموعة الدم والتي تبتدئ حلمأة أجزاء الكربوايدرات في الميوسينات، وعلى ذلك فالكربوايدرات الداخلية مهمة في سرمدة مزارع البكتيريا القولونية والتي هي مسئولة عن إنقاذ كثير من القيمة الغذائية للكربوايدرات الغذائية غير الممتصة.

❖ الهضم والإمتصاص
absorption & digestion

الخواص العامة لحاجز الغشاء المخاطي
general characteristics of the mucosal barrier

معدل إمتصاص مذيب من تجويف lumen الأمعاء يتوقف على عاملين:

١- تركيز المذيب على قمة سطح الخلية المعوية.

٢- معدل النقل إما خلال الخلية (عبر الخلية transcellular) أو بين الخلايا paracellular.

وتوصيل المذاب إلى سطح الخلية هو وظيفة كفاءة تقليب التجويف luminal. وفي الإنسان حاجز الإنتشار قبل الظهاري pre-epithelial ينتج ماءا غير مقلب في ثخانة موحدة في زيادة عن ٦٠٠ ميكرومتر وهذا كافٍ بدرجة كبيرة ليصبح الخطوة المحددة للمعدل في الإمتصاص. وهذا التقدير ربما كان مبالغاً فيه وقد يكون قد نتج عن مشاكل في الطرق: ففي الكلب بإستخدام تركيزات منخفضة من الجلوكوز وبإستخدام تقليب شديد فإن الطبقة غير المقلبة هي ٤٠ ميكرومتر. ومع ذلك فالإنتشار خلال هذا الحاجز قد يستمر الخطوة المحددة للمعدل للجلوكوز ولو أن التأخير في عبور هذا الحاجز قد يكون وجيزاً. وللمركبات الممتصة سلبية passively مثل تركيزات عالية للجلوكوز أو الفركتوز فإن حاجز الإنتشار هذا قد يمثل جزءاً جوهرياً من المقاومة الكلية للإمتصاص.

وأحادي السكر monosaccharide الغذائي الرئيسي (جلوكوز وجالاكتوز وفركتوز) كلها تمتص بمعدلات تزيد عن المتوقع من الإنتشار السلبي passive. وقد وجدت أنظمة نقل مشبعة لهذه السكريات الثلاثة وتركيز أحادي السكر للتجويف الداخلي intraluminal بعد الوجبة يزيد عن ثم K_m لنقل أحادي السكر (١-١٠ ميللي جزيء mol/لتر) مما يقترح أن معظم إمتصاص السكر بعد الوجبة post-prandial يحدث "أسفل" تدرج تركيزي وقد لايحتاج نقلاً نشطاً active. ومقاومة إنسياب الأيون السلبي passive عبر طريق عبر الخلايا يختلف من ١٠٠٠ - ١٠٠٠٠ Ω/سم[٢]. ومقاومة الظهارة epithelium المعوية الثديية هي حوالي ٥٠ - ٩٠ Ω/سم[٢]. ومعظم إنسياب الأيون السلبي passive (٨٥٪) في الأمعاء يظهر أنه يحدث بين الخلايا paracellulary وإن معظم ذلك (>٧٠٪) يعزى إلى منطقة الجُرَيب crypt. ومع أن نقل السكر السلبي يظهر أنه مُتَوَسَّط بواسطة حامل وبذا يحدث عبر الخلايا transcellular، وفي بعض الدراسات الحديثة في الحيوانات الصغيرة إقترحت أن النقل بين الخلايا قد يعلل بعض نقل السكر.

نقل الجلوكوز فى فُرَشْ الحدود
brush border glucose transport

معظم الأنظمة التى تعمل فى أخذ الجلوكوز من تجويف lumen الأمعاء توجد فى الجدول (٤). ونقل السكر السداسى النشط مدفوع بتدرج فى الصوديوم وهذا النظام يتمركز إلى غشاء فُرَشْ الحد القمى apical brush border. وفى وجود الصوديوم جهد كامن للغشاء، وكذلك تدرج الصوديوم نفسه يمكن أن يدفع نقل الجلوكوز (نقل كهربائى متعاون electrogenic cotransport). وهذا التدرج الصوديومى الكيماوى الكهربى النازل الذى يمنع حركة الجلوكوز عبر حد فُرَشْ الحد brush border. وقياس الإتحاد العنصرى لنقل ص+: جلوكوز يظهر أنها ١ : ١ للأغشية الثديية، ٢ : ١ لفُرَشْ الحد brush border فى الدجاج. وهذا قد يمثل إختلافات فى الأنواع أو ظروف التجارب.

جدول (٤): طرق نقل السكر السداسى فى الأمعاء الصغيرة.

الطريق	الغشاء	الحامل	حجم (كيلودالتون)	متوقف على ص+؟	مادة التفاعل
عبر الخلايا	فُرَشْ حد قمى (brush border)	ص+-جلوكوز	٧٣	نعم	د-جلوكوز، د-جالاكتوز، α-ميثيل جلوكوسايد
		فركتوز	؟	كلا	فركتوز
	basolateral	جلوكوز	٥٧	كلا	د-جلوكوز، د-جالاكتوز، د-مانوز
بين الخلايا	basolateral	لايوجد	-	نعم[١]	معظم السكريات الأحادية

أ: النفاذية تتغير بإمتصاص الجلوكوز مستخدماً حامل مشترك قمى ص+-جلوكوز. والبيانات محددة الثدييات الصغيرة معظمها الجرز الأرنبى hamsters.

وأغشية فُرَشْ الحد brush border يظهر أنها تحتوى على الأقل نوعين مختلفين من ناقلى الجلوكوز الذين يتوقفان على ص+: واحد له ثم > ٥٠ ميكروجزىء mol/لتر والآخر له ثم ١ - ٢٥ميللى جزىء mol/ لتر تبعاً للنوع. والنظام ذو الميل العالى يعمل على تركيزات حتى تحت تركيزات سيرم الجلوكوز. وعلى ذلك فنظام الميل المنخفض يعمل على تركيزات داخلية تجويفية intraluminal بعد الأكل. وهذه الأنظمة تختلف بحرية فى ظروف الصيام أو التغذية وأثناء التعود/التكيف.

وقد عُرِفَ وحُدِدَ تركيب الأحماض الأمينية فى حمض دى أكسى ريبونيوكليك دالرى (د.ا.ر.ن cDNA) مرمزاً للناقل المشترك للأرنبْ ووجد أنه بروتين به ٦٦٢ حمض أمينى (والحجم المتنبأ به ٧٣ كيلو دالتون) ويحتوى ١١ منطقة مسح أغشية.

وقسمان محبان للماء تعتبر مهمة في ربط الأكسجين. ويظهر أن الجزيء قد يعمل كثغر له باب gated pore مع الجلوكوز ينتقل بعد تغير في هيئة الناقل بدلاً من تحريكه بواسطة حامل متحرك. والناقل المشترك ص+-جلوكوز ليس له مشابه يمكن تحديده مع ناقلات الجلوكوز المشتركة غير المتوقفة على الصوديوم.

ناقلات الجلوكوز الـ basolateral
basolateral glucose transporter

خطوة تركيز نقل الجلوكوز توجد عند غشاء فُرَشْ الحد brush border : وبالعكس فخروج الجلوكوز من الخلية يتوسط فيه بسهولة إنتشار بواسطة نظام لايعتمد على ص+ يشترك مع خلايا غير ظهارية. وفي حالة الإستقرار steady state فإن نقل السكريات يزدوج مع تدرجات كهربية وكيماوية وربما تناضحية عبر غشاء basolateral. وهذه التأثيرات قد تسبب تغيرات في معدل ضخ ص+ ، بو+ عبر الغشاء. والطاقة لهذه العملية تأتي من فعل ص+، بو+ -أ.ثلا.ف از N+, K+-ATPase (أدينوسين ٥' ثلاثي الفوسفاتاز). و ص+ يمكن أن يتحرك إلى داخل الخلية ليبثق مرة أخرى بسبب إتاحته عند غشاء basolateral membrane خلال طريق بين الخلايا.

وناقل basolateral يظهر أنه شبيه بذلك الموجود في خلايا الدم الحمراء. وهو يسهل خروج الجلوكوز والجالاكتوز. وإنتشار الهكسوزات المسهل قد ذكر في الأغشية basolateral في كثير من الأنسجة بما فيها الكبد. وتكون نسيل د.أ.ر.ن (د) cDNA رامزاً لهذا الناقل في الأمعاء قد حدد باستخدام مسبر د.أ.ر.ن (د) cDNA رامزاً لناقل الكبد. والبروتين بروتين غشائي مع حجم متنبأ به ٥٧ كيلو دالتون و ١٢ منطقة عبر غشاء كارهة للماء. وبعد الخروج من الخلية الجلوكوز والجالاكتوز يدخلان الوريد البابي مع قليل جداً من الأيض داخل الخلية المعوية.

نقل الفركتوز fructose transport

ينتقل الفركتوز بواسطة حامل غير متوقف على ص+. والإمتصاص يمكن أن يحدث ضد تدرج تركيزي ويعتقد أنه يحتاج طاقة. وهذا النظام حدد في غشاء فُرَشْ الحد brush border عن طريق دراسات حويصلية فبعد النقل إلى داخل الخلية يخرج الفركتوز بالإنتشار عبر غشاء الـ basolateral membrane والفركتوز لايبدو أنه مادة تفاعل لحامل غير متوقف على ص+. والفركتوز أكثر تكويناً للدهن عن الجلوكوز ويسبب إرتفاعاً في الجليسريدات الثلاثية أكبر من أي من السكريات الأخرى. وليس كغيره من السكريات السداسية فهو يؤيض أكثره في الكبد ولكن كالجلوكوز والجالاكتوز فإن قليلاً جداً من الفركتوز يؤيض في خلايا الأمعاء.

الإمتصاص بين الخلايا
paracellular absorption

في الحيوانات البالغة تناول وإمتصاص الجلوكوز يفوق معدل نقل نشط يتوسطه حامل قيس في الحيوانات المخدرة في الجسم الحي *in vivo* أو في تحضيرات الخلية في الزجاج *in vitro*. وتنشيط حامل ص+ المزدوج بواسطة الجلوكوز يغير

نطيقة الغلق zonula occludens عند الملتقى المحكم محوراً خواص النخل للظهار. وهذه الظاهرة تحدث عند تركيزات من الجلوكوز تشبع طريق عبر الخلايا (<٢٥ ميللى جزىء mol/لتر). ولأن تركيز الجلوكوز بعد الوجبة قد يزيد على ٢٠٠ ميللى جزىء mol/لتر ولأن طريق بين الخلايا يكون أكثر تسرباً عند تركيزات فوق ٢٥ ميللى جزىء mol/لتر فمن الممكن أن بعض إمتصاص الجلوكوز السلبى passive بعد الوجبة يحدث بين الخلايا. وهذا التنبؤ يتفق مع الملاحظة أن أخذ الجلوكوز بواسطة الأمعاء يستمر فى الزيادة حتى بعد النقطة التى عندها يتشبع طريق عبر الخلايا. ولأن لايوجد مايثبت ذلك. وفى الإنسان الفرق بين المتناول ومعدلات الإمتصاص النشط هو أكبر عنه فى الحيوانات. وأقل معدل ممكن لإمتصاص الجلوكوز فى الإنسان قيس ووجد أنه >٢٠٠ مللى جزىء mol/لتر فى الساعة أو عشرة أمثال مقدرة النقل النشط المقدرة. وأهمية إمتصاص الجلوكوز السلبى passive والتى تتوقف عليها البيانات المستخدمة تلك التى تقدر نسبة التناول : معدل الإمتصاص النشط عند ٢ أو عند ١٠. ومع ذلك فيبدو أن بعض الجلوكوز الممتص بعد الوجبة يحتمل أنه يعبر غشاء قمة فُرَشْ الحد apical brush border سلبياً passively. ولايعرف إذا ماكان هذا الجلوكوز الممتص سلبياً passively يمر عبر الخلايا أو بعضه يتحرك بين الخلايا. وهناك إحتمال بأن هناك إختلاف بين الأنواع وفى الإنسان العادى مع مقاومة معوية عالية نسبياً فمساهمة نقل السكر بين الخلايا يكون صغيراً. والأهمية المحتملة لهذه الطرق بين الخلايا الممكنة تؤكد بالملاحظة أنه فى حالة المرض فإن هذا الإمتصاص للسكر السلبى يزيد. وقد جرب عدد من الإختبارات تقارن إمتصاص ثنائى السكريدات (عادة مستبعدة) وإمتصاص السكريات الأحادية (عادة ممتصة) بإستخدام سكريات تؤيض قليلاً (سيلوبيوز ومانينتول). ونسبة إمتصاص ثنائى السكريدات إلى السكريات الأحادية قد تكون طريقة غير مباشرة لقياس طريق بين الخلايا. وإستخدام مثل هذه الإختبارات فقد وجد زيادة فى إمتصاص بين الخلايا فى مرضى الداء الزلاقى coeliac disease.

إمتصاص الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة short-chain fatty acid absorption

الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة مغذيات رئيسية تنتج بواسطة التخمر البكتيرى. وفى المجترات (خلال المعدة الأمامية) وفى آكلات الأعشاب (خلال أكل الغائط) فإنها توفر للإمتصاص فى الأمعاء الصغيرة. وفى الإنسان منتجات التخمر تنتج وتمتص فى القولون. والغشاء المخاطى لكل من الأمعاء الصغيرة والكبيرة يمتص الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة غير المتأينة. وهذه الأحماض الطبيعية قد تكسب بروتونات فى التجويف lumen بتميؤ ثانى أكسيد الكربون. وهى - بعكس السكريات السداسية فى الأمعاء الصغيرة - الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة تؤيض جزئياً فى خلايا المخاط الغشائى وقد تكون مصدراً رئيسياً لتغذية خلايا الظهار فى القولون. ومعظم الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة تؤيض داخل الخلايا إلى

ثانى أكسيد كربون. وفى المجترات هذا الأيض يساوى ٧٠ - ٨٠٪ من متطلبها للطاقة الأساسية. وفى الثدييات هذه المساهمة أقل ولكنها لاتزال هامة. وتقديرات مساهمة أيض الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة لمتطلب الأيض الأساسى يختلف من ١-٢٪ فى الخنزير إلى ٦-٩٪ فى الإنسان إلى ٣٠ - ٤٠٪ فى الأرنب. وأهمية هذا الطريق فى الإنسان تزيد مع سوء إمتصاص السكر عندما يزيد توصيل السكر غير الممتص إلى القولون.
(Macrae)

المصادر الأيضية للكربوايدرات بخلاف كربوايدرات الأغذية

لما كان الجلوكوز ضرورياً للكيمياء الحيوية للجسم فإنه من غير المستغرب أن هناك مصادر أخرى للجلوكوز غير تلك فى الغذاء. وواحد من هذه المصادر هو جليكوجين الكبد أو العضل ولكن هذه المخازن للنشا الحيوانى محدودة فبعد ٢٤ ساعة تقريباً من الجوع الكامل فإن المخازن تكون فارغة ولكن طالما أن هناك ماء فإن شخصاً ذا وزن عادى يمكن أن يبقى بعد جوع كامل لمدة ٥٠ - ٦٠ يوماً فلابد من وجود مصادر أخرى للجلوكوز.

ومصدر آخر للجلوكوز فى الجسم هو من جزء الجليسرول من الجليسريدات الثلاثية وهو حوالى ١٠٪ من وزنه الجزيئى وعندما تحلما الجليسريدات الثلاثية ينطلق الجليسرول فهذا يمكن تحويله إلى جلوكوز. ومصدر آخر للجلوكوز فى الجسم هو من الأحماض الأمينية الجلوكوجينية والتى يمكن تاييضها إلى جلوكوز. والكربوايدرات تحول إلى دهون فى الجسم والعكس غير صحيح.

وبجانب أن غذاء به قليل أو لايوجد به كربوايدرات لايكون مستساغاً فإن هناك إحتياج أيضى للكربوايدرات الغذائية. وتأثير الأغذية التى بها نسبة عالية من البروتين والدهون ومنخفضة جداً فى الكربوايدرات فقد وجد أن تناول كربوايدرات منخفضة أو صفر فإن كسر الدهن فى الجسم لايحدث إلى التمام/الكمال. والناتج النهائى لأيض الدهن هو فى هذه الحالة متبقى السلسلة ذات ذرتى الكربون ويوجد فى الدم كحمض أسيتوخليك أو β-أيدروكسى بيوترات. ورائحة الفم فى هذه الحالة تعود الى إرتفاع الكيتونات والبول والدم معاً ketosis وإفراز الأسيتون من الرئتين. وهذا يحدث فى مرض البول السكرى غير المنضبط بعد ٢٤ ساعة أو أكثر من الحرمان من الكربوايدرات فى أشخاص - خلاف ذلك - صحيين. وعلى ذلك فالكربوايدرات مطلوبة من أجل أن الأيض الهدمى للدهن يمكن أن يتم إلى ثانى أكسيد كربون وماء.

وهناك عيبان للحالة الكيتونية (إرتفاع الكيتونات فى البول والدم معاً) فى شخص ما: ١- أن حكم هذا الشخص قد يتأثر ومن غير الحكيم أن يسمح له بإستخدام مكن (العربة مثلاً) تحت ظروف كيتونية.
٢- أن الأجسام الكيتونية المفرزة فى التنفس والبول تحتوى طاقة يمكن إستخدامها وبذا تمثل فقداً فى الطاقة للجسم وتقليل مخزون الجسم. وإنتاج أجسام كيتونية بكميات كبيرة كما فى مرض البول السكرى غير المنضبط يؤدى إلى غيبوبة coma وموت. وعلى ذلك فهناك إحتياج فى كل الأشخاص لتناول يومى للكربوايدرات والتى

يمكنها إعطاء كمية الجلوكوز الضرورية لإكمال كسر الدهن المخزون.

ولكن ماهو أقل إحتياج لتناول الجلوكوز أو مايقابله؟ فعند الظروف العادية فإن مخ الشخص البالغ يحتاج حوالى ١٤٠جم جلوكوز فى اليوم وكرات الدم الحمراء تحتاج إلى ٤٠جم أخرى فى اليوم. وإذا لم يحتوِ الغذاء على سكر أو نشا فحوالى ١٣٠جم من الجلوكوز يمكن أن تهيىء داخلياً endogenously من الأيض الهدمى للبروتين ومن جزء الجليسرول فى مخزون الدهن وبذا تترك جزءاً حوالى ٥٠جم فى اليوم للحصول عليه من الغذاء. وبذا يمكن أن ينص على أنه أقل تناول مرغوب للجلوكوز أو مكافؤه للبالغين. وبعد عدة أيام من الحالة الكيتونية المخ وهو مستهلك رئيسى للجلوكوز يتعود ويستطيع إستخدام – إلى حد ما – الطاقة الموجودة فى الأجسام الكيتونيـة وبذا يقلل من المتطلبات اليومية للكربوايدرات الغذائية.

تأثير الكربوايدرات الغذائية

كل الكربوايدرات يجب أن تكسر إلى مكوناتها من السكريات الأحادية (جلوكوز وفركتوز وجالاكتوز) قبل أن تمتص من الأمعاء، ولكن فقط الجلوكوز ينشط إطلاق الأنسولين وهذا الأنسولين هرمون يسرع من تناول الجلوكوز بواسطة الخلايا ولكن أيضاً يسهل تناول الأحماض الأمينية. والأنسولين عامة – وهو هرمون بانٍ anabolic hormone – بحيث أن الجلوكوز الذى توفره الكربوايدرات فى الغذاء يمكن أن يكونَ له تأثيرات بعيدة الأثر على أيض مكونات غذائية أخرى كثيرة خلال مقدرة الجلوكوز على أن يحدث إطلاق للأنسولين. وكمية الطاقة المخزنة فى الجسم ككربوايدرات هى أقل مايمكن إذا قورنت بالطاقة المخزونة كدهن أو بروتين. والكمية الكلية للكربوايدرات فى الكبد والعضل والكلى والأنسجة الأخرى + الجلوكوز الذى يدور فى الدم تصل إلى حوالى ١٨٠٠ كيلو كالورى (٧,٥٦ ميجا جول). ومع ذلك فقد وجد أن الكربوايدرات المخزونة فى عضل الهيكل يمكن أن تزاد بدرجة كبيرة بإنقاص نسبة الدهن فى الغذاء وإحلال كربوايدرات محلها. وهذا مهم فى المنافسات الرياضية وأوصل إلى التعبير "تحميل الكربوايدرات carbohydrate loading".

وأخيراً فإن هناك ماكان يسمى تأثير "توفير البروتين protein sparing" لكربوايدرات الغذاء. فعندما يكون تناول الطاقة فى الغذاء تحت المطلوب، فإن إعطاء كربوايدرات (والتى ترفع مستويات الأنسولين) ينقص كسر بروتين الجسم، بينما دهن الغذاء – تحت ظروف مماثلة – له تأثير يمكن تجاهله على إنقاص كسر البروتينات.

أيض السكريات metabolism of sugars

الجلوكوز

لإنتاج طاقة لابد للجلوكوز أن يدخل الخليه من الدم ويتحول إلى جلوكوز-٦-فوسفات فى السيتوبلازم. وهذا المركب يمكن أن يؤيض فى عدة طرق تبعاً للحاجة وتعدد إستعمالات الخلية. فهو يمكنه: ١- أن يتكسر إلى حمض بيروفيك أو

حمض لاكتيك. ٢- يذهب إلى طريق فوسفات البنتوز. ٣- يكون جليكوجين.

١- أهم طريق لإطلاق الطاقة من جزيء الجلوكوز هو شقه إلى جزيئين حمض بيروفيك (هدم الجلوكوز glycolysis). والناتج النهائي لهدم الجلوكوز قد يدخل دوره الأحماض الكربوكسيلية الثلاثية في سبحيات الخلية ويتكسر كاملاً إلى ك أ٢ وماء مع إطلاق الطاقة. وعندما تصبح كميات حمض البيروفيك وذرات الأيدروجين كبيرة كما في الرياضة الشديدة فإن هذين الناتجين يثبطان هدم الجلوكوز ويتفاعلان مع بعضهما لإنتاج حمض لاكتيك.

٢- ويكون طريق فوسفات البنتوز ٣٠٪ من أيض الجلوكوز في الكبد وأكثر من هذا في خلايا الدهن ويكون هذا الطريق قوة مختزلة لتخليق الدهن من مصادر كربوايدراتية.

٣- عندما لايكون الجلوكوز محتاجاً إليه مباشرة للطاقة فإن الجلوكوز الزيادة والذي يدخل الخلايا بإستمرار يخزن كجليلوجين أو يحول إلى دهن.

فركتوز

يستعمل الفركتوز من مجرى الدم بضعف سرعة إستخدام الجلوكوز وفي الكبد وفي الأعضاء الأخرى لمدة أقل، فالكلوة والأمعاء الصغيرة هي أهم مواقع أيض الفركتوز. أما إستخدامه بواسطة الأنسجة الطرفية فيمكن إهماله وأول خطوة في إستخدامه هو تكوين فركتوز-١-فوسفات والذي ينقسم ليكون جليسرالدهايد وفوسفات ثنائي أيدروكسي أسيتون وهذه تكون بيروفات وجليسرول. وفي حالة فوسفات ثنائي أيدروكسي أسيتون يتكون أيضا جلوكوز.

والفركتوز يتحول أساساً إلى جلوكوز وحمض لاكتيك مع حوالي وحتى ٣٪ من الفركتوز يتحول إلى جليسريدات ثلاثية وأجسام كيتونية وجليسرول وسوربيتول ونواتج نهائية صغيرة.

أيض السكريات في الكبد :

جلوكوز

الجلوكوز في الكبد يمر من جدار الخلية والعوامل الرئيسية التي تؤثر على معدل الدخول هي تركيز الجلوكوز في الدم ومقدرة الإنزيمات في الخلية على إستخدامه. ومعظم الجلوكوز الممتص من الأمعاء لايصل إلى الدورة المحيطية لأنه يمر أولاً خلال الكبد. كذلك فإن الكبد يستطيع إطلاق الجلوكوز في الدم إما كنتيجة لتكسير الجليكوجين أو البروتين أو كنتيجة للتخليق من الجليسرول. وتوازن الدخول والخروج للجلوكوز بواسطة الكبد يضبط بالهرمونات كلياً حيث تعمل خلال إنزيمات داخل الخلايا:

١- فالأنسولين والذي ينتج بواسطة خلايا β في البنكرياس يسرع من تكوين الجليكوجين. وفي الخلايا الأخرى في الجسم فالأنسولين يهمه فقط نقل الجلوكوز إلى الخلية، ولكن أنسولين الكبد يؤثر على تخليق الإنزيمات.

٢- الجلوكاجون ينتج بواسطة خلايا α في البنكرياس ويسبب تكسراً سريعاً في جليكوجين الكبد.

٣- الأدرينالين مثل الجلوكاجون ينشط كسر الجليكوجين ولكن ليس كمثل الجلوكاجون فهو يستطيع أن يعمل ذلك في العضل أيضاً، وهو لاينشط إطلاق الأنسولين.

٤- الجلوكوكورتيكويدات glucocorticoids تنتج بواسطة الغدد المجاورة للكلية adrenal وهذه الهرمونات تساعد وتحافظ على تكوين الجليكوجين.

الفركتوز

في الإنسان معظم الفركتوز الممتص من الأمعاء يؤخذ بواسطة الكبد ولهذا فمستويات الدم تكون منخفضة من الفركتوز بعد تناوله. ومقارناً بالجلوكوز فالفركتوز له قابلية أكبر لتكوين لاكتات ولكن ليس كالجلوكوز فإعطاء الفركتوز يؤدى إلى زيادة في مستويات الدم في حمض اليوريك ولهذا السبب يستخدم كإختبار تصفية لمرض النقرس gout. كذلك في الكبد يتحول الفركتوز إلى جليسريدات ثلاثية دهنية على مدى أكبر عنه في حالة الجلوكوز ومرة أخرى ليس كمثل الجلوكوز فهو إذا أعطى عن طريق الفم أو الوريد فإن الفركتوز يسرع أيض الإيثانول في الكبد.

السكريات والعضل

أخذ الجلوكوز بواسطة خلايا العضل حساس للأنسولين ولكن أيض الفركتوز في الخلية هو أقل مايمكن وفقط البيروفات واللاكتات المتكونة من الفركتوز في الكبد يمكن أن تكون أى دعم لخلية العضل.

السكريات ودهن التخزين

sugars & depot fat

الكربوايدرات الغذائية تتحول إلى مخازن الدهن. والجلوكوز والفركتوز هي عادة الكربوايدرات التي تقدم إلى خلية الدهن ومدى أخذهما في الأنسجة الدهنية يضبط جيداً بواسطة هرمونات وأهم مايؤثر منها هو الأنسولين. وجزء من الجلوكوز المأخوذ بواسطة خلية الدهن يتحول إلى جليسرول ولكن النهاية الرئيسية للجلوكوز هي في تكون الأحماض الدهنية. وعقب غذاء عالي في الكربوايدرات فإن هناك زيادة في مستويات الأنسولين وتخليق الأحماض الدهنية من الجلوكوز. والفركتوز يستطيع دخول خلية الدهن ولكن معدل نقله بطيء وفقط عند مستويات عالية من الفركتوز يحدث أن مستويات جوهرية تدخل خلية الدهن.

السكريات والمخ

المخ يتوقف تماماً على الجلوكوز والأكسجين ونقص أى منهما يؤدى إلى ضرر غير عكسي والمخ يزيل كمية ثابتة من الجلوكوز في وحدة زمن بغض النظر عن تركيز الجلوكوز في الدم وأخذه لايتوقف على الأنسولين. وكان هناك إقتراحاً بأن إطلاق الأنسولين عقب أخذ الجلوكوز يزيد مستوى السيروتونين serotonin في الأنسجة المخية وهذا المركب ينقص الإحساس بالألم وينتج شعوراً بالسعادة ucllbeing.

السكريات ومعدل الأيض

الزيادة فى معدل الأيض بعد تناول عدة سكريات أكبر بعد السكروز أو خليط من الفركتوز والجلوكوز عنه بعد الجلوكوز وحده وهذا مما يقترح أن إستخدام الجسم للفركتوز أكثر كفاءة عنه للجلوكوز.

السكريات والجنين والمولود حديثاً

sugars & the fetus & neonate

حيث أن الدهن لايجتاز المشيمة إلى مدى بعيد فالدهن الموجود فى الطفل عند الولادة يجب أن يكون مخلقاً فى الجنين من جلوكوز أو أحماض دهنية. والتغيرات فى مستوى جلوكوز الدم فى الأم تنعكس سريعاً فى دم الجنين. وبعكس الجلوكوز فالفركتوز لايستطيع عبور المشيمة وإن كان بعض أنواع الحيوانات (ليس الإنسان) يمكنها تحويل الجلوكوز إلى فركتوز فى المشيمة. وفى المولود حديثاً فإن المصدر الغذائى الوحيد للكربوايدرات هو لاكتوز اللبن ولكن لايوجد أى دور محدد للفركتوز.

• العوامل التى تؤثر على إستجابة الأيض لسكريات الغذاء

factors affecting the metabolic response to dietary sugars

جنس المستهلك sex of consumer

الزيادة فى الجليسريدات الثلاثية فى الدم فى الرجال بعد غذاء عال فى الفركتوز لايشاهد فى صغار النساء ولكن هذه الزيادة توجد فيما بعد سن اليأس postmenopausal فى النساء. ولو أن كلا الجنسين يزيدان تكوين الدهون lipogenesis فى الكبد بعد تناول الفركتوز، فمن الممكن أن النساء قبل سن اليأس يمكنهن إزالة الجليسريدات الثلاثية من الدم أسرع.

نوع الدهن المصاحب للكربوايدرات

وجد تأثير متآزر synergestic للسكروز ودهن الحيوان على الجليسريدات الثلاثية فى الدم والمستويات المرتفعة الموجودة بعد غذاء عالٍ فى السكروز تنقص كثيراً بواسطة دهن عديد عدم التشبع المصاحب للسكروز.

نوع البروتين الغذائى

رجوع البيومين السيرم لمستوياته بعد نقص البروتين يبدو أنه أبطأ مع غذاء به سكروز عنه مع النشا وتفاعل أيض السكريات والبروتين يصبح أكثر أهمية عندما يعرف أن الأحماض الأمينية الأرجينين واللوسين تُنشط إطلاق الأنسولين.

حساسية المستهلك

المدى الذى تتحول فيه السكريات إلى دهون خاصة جليسريدات ثلاثية يبدو أنه يختلف بين الأشخاص. فالأشخاص الذين مستوى الجليسريدات الثلاثية فى دمهم الصائم عال والذين يكونون عرضة لداء القلب الأكليلى coronary heart disease، تزيد الجليسريدات الثلاثية عندهم بعد إستهلاك كربوايدرات عن أشخاص مستويات الدهن عندهم عادية.

الأنواع species

يوجد إختلافات مابين الأنواع وداخل النوع فى إستجابتها الأيضية للسكريات فالفأر يمتص الفركتوز من الأمعاء أسرع كثيراً وهذا يؤثر على المناولة الأيضية للفركتوز عندما يقارن بالإنسان.

• الخواص الحسية sensory properties

حلاوة السكريات بالنسبة لتركيبها

sweetness of sugars in relation to structure

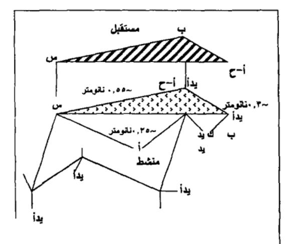
أول إستجابة حسية متوقعة للكربوايدرات منخفضة الوزن الجزيئى هى الحلاوة. وهناك أكثر من ١٠٠ مادة حلوة وتعرف كيماوياً على أنها سكريات أو كربوايدرات مغذية حلوة. وهناك كثير من المواد الأخرى لها هندسة جزيئية تعطى المذاق الحلو من بينها بعض المواد العضوية الأليفاتية والأروماتية كالأحماض الأمينية وكذلك بعض المواد غير العضوية. ولكن الخواص الحسية للأغذية التى تتأثر بالكربوايدرات تمتد لأكثر من الحلاوة فالنكهات بجانب المذاق الحلو تتكون من نواتج التفاعلات التى تنتج اللون البنى الأسمر. واللون خاصية حسية أخرى تنتج من التفاعلات البنية. كما أن خواص القوام تتأثر بعدة طرق فالكربوايدرات ذات الوزن الجزيئى المنخفض تساهم بالجسم أو اللزوجة أو تتفاعل مع مكونات أخرى بما فيها الكربوايدرات ذات الوزن الجزيئى العالى لتؤثر على الخواص الحسية للأغذية، والنشا والصموغ تساهم بالثخانة وتركيب الجل وحده أو بالتفاعلات مع بعضها لتغير من خواص القوام الميكانيكية والهندسية.

التشابهات المجسمة للمركبات الحلوة

stereochemical similarities of sweet compounds

مجموعات أح–ب AH-B groups

المركبات الحلوة لها تركيب عام يعرف بأنه الفصل الهندسى لذرتين ذات شحنتين سالبتين أ، ب. وذرات الأيدروجين تتصل تساهمياً مع أ وبذا تخلق مكوناً أح يعطى بروتوناً بينما ب تحافظ على دور البروتون أو مستقبل رابطة الأيدروجين كما فى الصورة (٥). ونظام أح–ب لمركب مُنَشِّط يرتبط عكسياً بواسطة روابط أيدروجينية بين الجزيئات مع نظام أح–ب متناسب commensurate على جزىء مستقبل بروتينى فى اللسان. والإحساس بالمذاق الحلو يحدث إذا كانت المسافة مابين أ، ب هى بين ٠,٢٥ و ٠,٤٠ نانومتر.



صورة (٥): تمثيل تفاعل المنشط–المستقبل مبيناً موضع وحدات أح–ب–س على سكر (β–د–فركتوبيرانوز) القالب المنشط وعلاقته بقالب موقع المستقبل المقابل.

والنظام الأساسي في أح-ب للسكريات العامة هو مجموعات α-جليكول α-glycol الجزء الأبعد من المركز المتفاعل الأنوميري anomeric ؛ فمثلاً النظام ٣، ٤-α-جليكول، لتركيب للجلوكوبيرانوز مسئول عن مذاقه الحلو. ومجموعة الجليكول توجد في أي من أربعة مواقع مجسمة steric: خرقاء gauche ومتداخل staggered ومنحدر من جهتين متقابلتين (أحديدابية) anticlinal ومخسوفة eclipsed (الصورة ٦).

حلو
يد-أ
يد-أ
متداخل
staggered
خرقاء
gauche
ليس حلواً
مخسوف
eclipsed
قبوى (أحديدابى)
anticlinal

صورة (٦): تكييف وحدات الجليكول للحلو وغير الحلو من السكريات.

وعندما تكون أزواج الجليكول في المواقع الخرقاء gauche أو المتداخلة saggered تكون مجموعات الأيدروكسيل على مسافات متساوية equidistant ومركز مدوارات الأكسجين قريبة بدرجة كافية لإحداث الحلاوة (٠,٢٨٦ نانومتر) أما مجموعات الأيدروكسيل الأحديدابية anticlinal فهي بعيدة عن بعضها(> ٠,٤ نانومتر) لتربط بين الجزيئات إلى مواقع مستقبل أح، ب. ويحدث ربط أيدروجيني قوى داخل الجزيئات عندما تكون مجموعة α-جليكول مخسوفة eclipsed مقللة عدد وحدات الجليكول المتاحة لإحداث مذاق حلو بحيث أن هذه المركبات لاتعطى مذاقاً حلواً. ونقص حلاوة السكر يكون حقيقياً إذا كانت وحدة أح الأولية مستخدمة. ولكن في حالة كحولات السكر مثل المالتيتول واللاكتيتول فإن ربط الأيدروجين داخل الجزيئات بين أح ، ب يشجع الحلاوة بالمقارنة إلى كل من المالتوز واللاكتوز بالتتابع.

الموقع الكاره للماء hydrophobic site

في بعض الكربوايدرات وفي المحليات القوية فإن موقعاً ثالثاً رابطاً كارهاً للماء ممكن أن يعمل فيظهر أن التفاعل المجزأ جزئين أح-ب بين المنشط والمستقبل يعطى حلاوة ولكن التفاعل المجزأ ثلاثاً يحكم شدة الإستجابة والإختلافات المؤقتة. وهذا الموقع الكاره للماء يقع مجسماً تماماً عند نفس الموقع بالنسبة إلى أح ، ب حوالي ٠,٣٥ نانومتر من أ ، ٠,٥٥ نانومتر من ب إذا كان للتفاعل المجزأ ثلاثاً tripartite أح-ب-س أن يحدث بين المنشط

والمستقبل. وهذا المكون ليس آلية قفل ومفتاح، ولكنه تأثير موجه أو صاف aligning أو صائد entrapping عندما يقترب جزيء المنشط من موقع المستقبل.

وفي السكريات الكلورية ذرات الكلور غالباً تزيد الميل للدهن وتحسن من الوصول إلى مستقبلات المُحَلِي. ومشتقات الكلور عند مواقع ٤ ، ١/ ، ٦ من السكرالوز تحث على الحلاوة، وإثنان أو أكثر من مشتقات الكلور على السكر لها تأثير متآزر. وليس كل الجزيئات مع "حاملات الجلوكو glucophores" أح-ب-س حلوة، وخواص تركيبية إضافية متصلة بالإحساس بالحلاوة تشمل ربط الأيدروجين في المحاليل المائية والمراكز chiral والدى أوكسى والميثيلين ومجموعات الميثايل. والعوامل التى تكبح الحلاوة تشمل الأكسجين الحلقى والأكسجين الجيكوسيدى وروابط الإيثير فى المواقع الثانوية وميثيل الإيثيرات.

المكونات المرة bitter components

كثير من المشتقات وبعض السكريات غير المحورة لها مكون مر بجانب الحلو. فالكربون الأنوميرى ومجموعات الأيدروكسيل المانوميرية وذرة الأكسجين الحلقى فى بعض الكربوايدرات تشجع المرارة ولكن ليس لها أى دور فى الإستجابة للحلاوة. وجزيئات المر/الحلو تستقطب على مستقبلات المذاق بحيث أن النهاية المحبة للماء للجزيء تتفاعل مع مستقبل الحلو والنهاية الكارهة للماء مع مستقبل المر بدلاً من أن بعض الجزيئات تهيىء نفسها على مستقبلات الحلو والبعض الآخر على مستقبلات المر.

مواقع المُستَقبِل للمواد الحلوة
receptor sites for sweet substances

الإستجابة الحلوة تشمل تنشيط كيماوى لمجموعة غير متجانسة لخلايا مشحونة كهربياً ولكن الإستجابات تختلف بين الأنواع والأشخاص والخلايا. فمواقع المستقبل للسكريات ليست متضاهية من برعم مذاق إلى الآخر ومواقع مستقبل مختلفة توجد على نفس برعم المذاق. ويظهر أن عدة مواقع مستقبلات من تخصص منخفض ولكن مختلفة تتعاون فى الإستقبال الكيماوى للمذاق الحلو. ومختلف المُحَلِيَات لاتطلق كل من الآليات بنفس النسبة. والمفترض أن السكريات لاتبقى على مواقع المستقبل لأنه ينقصها موقع الربط المحب للدهن. وبذا فعندما تشغل مواقع المستقبل بأعداد مناسبة بالسكريات فإن جزيئات السكر الباقية تنتشر بعيداً عن الموقع.

ودرجة الحرارة يمكنها أن تؤثر على طبيعة إستجابة الحلو فزيادة فى درجة الحرارة تسبب زيادة فى شدة حلاوة السكر ولكن نقصاً فى إستمرار حلاوة السكر. وزيادة درجة الحرارة ليس له تأثير على الربط إلى موقع المستقبل ولكن درجة الحرارة يظهر أنها تؤثر على إقتراب جزيئات المنشط إلى موقع المستقبل. وأمثل درجة حرارة لتحديد الحلاوة هى قريبة من درجة حرارة اللسان حيث تكون الإستجابات الكهربية الفيزيقية فى أقصاها عند هذه النقطة. وحدة المذاقات كلها تنقص إلى أقل حد إذا كان الغذاء ساخناً أو بارداً جداً.

ودرجة حرارة المنشط لاتؤثر فقط على حساسية مستقبلات المذاق ولكنها أيضاً تستطيع أن تؤثر على تكييف وشكل المُحَلِي. والحرارة يمكنها كسر روابط الأيدروجين داخل الجزيئات محررة مجموعات أيدروكسيل أكثر للمساهمة في نظام أح-ب AH-B.

شدة الحلاوة intensity of sweetness

الحلاوة تقل عموماً مع الوزن الجزيئي للسكر ولو أن السبب غير معروف. وربما سكر واحد في كل بضع سكريات يتحد ببرعم المذاق أو فقط ذلك الجزء من السكر المسئول عن تشجيع الإستجابة الحلوة. ونقص الحلاوة في بعض مركبات يتسبب عن التدخل المجسم steric لواحد أو إثنين من مجموعات الأيدروكسيل المحورية وبذا يمنع الربط إلى بروتين برعم المذاق.

والحلاوة النسبية التي تُعَرَف "كنسبة تركيزات المواد المتماثلة في الحلاوة" هي طريقة عامة لمعرفة الإحساس بالحلو. والسكروز هو المرجع في تقدير حلاوة المركبات الأخرى (الجدول ٥).

والتأثيرات المتآزرة يرمز إليها عندما تكون حلاوة المخلوط أكبر من مجموع حلاوة المكونات والتآزر يمكن أن ينتج عن تفاعلات مذاب-مذاب و مذاب-ماء و مذاب-مستقبل. وبعض السكريات تتفاعل تآزرياً ولكن التأثير مع أي سكر غير عام. فالفركتوز مثلاً يشارك في علاقة تآزرية مع السكارين والجلوكوز ولكن ليس ضرورياً مع المُحَلِيَات الكربوايدراتية الأخرى.

وشدة الحلاوة تتصل بالتركيز ولكن هذه العلاقة ليست دائماً طولية linear. وتأثير التركيز ينتج جزئياً من تشبيع مستقبلات خلية المذاق. وإذا كان كل المستقبلات منشطة أو مشبعة فإن توفير مُحَلِي أكثر إلى مواقع المستقبل لاينتج إختلافاً مذكوراً في الإستجابة.

جدول (٥): الحلاوة النسبية للسكريات.

جوامد bulk solids			
فركتوز	١,٧–١,٢	مالتوز	٠,٥–٠,٤
جلوكوز	٠,٨–٠,٧	مانيتول	٠,٧–٠,٤
سكر محول	١,٠	مانوز	٠,٦
مشابه المولت	٠,٦–٠,٥	سوربيتول	٠,٦–٠,٥
لاكتيتول	٠,٣	زيليتول	١,٢–٠,٩
لاكتوز	٠,٤–٠,٢	زيلوز	٠,٧
سكريات bulk syrups			
شراب سكر غير مخلوط ومحول حمضياً		شراب ذرة عالي الفركتوز	
٣٠ ك.د DE	٠,٣٥–٠,٣٠	٤٢٪	١,٠–٠,٩
٣٦ ك.د DE	٠,٤٠–٠,٣٥	٥٥٪	١,١–١,٠
٤٢ ك.د DE	٠,٥٠–٠,٤٥	٩٠٪	١,٦–١,٢
٥٤ ك.د DE	٠,٥٥–٠,٥٠		
٦٢ ك.د DE	٠,٧٠–٠,٦٠		
شراب جلوكوز مهدرج			٠,٧٥–٠,٤
مشتقات كلورينية للسكروز (سكرالوز)			٥ – ٢٠٠٠
ستفيوسايد			٣٠٠

السكروز = ١,٠ الحلاوة قياس شخصي يعتمد على عوامل خارجية كثيرة منها التركيز ودرجة الحرارة و جهد والتكييف التركيبي ودرجة الحلمأة.

ك.د DE : مكافيء الدكستروز.

وزيادة التركيز قد تلغى أو تغير الإختلافات فى الشدة أو تشجع مالايستحب. والحلاوة النسبية للسكروز والفركتوز والجلوكوز ومنتجات حلمأة النشا تزيد مع زيادة التركيز ولكن حلاوة السكرالوز النسبية تنقص مع زيادات التركيز عند التركيزات العالية. وسواء كان المُحَلِى فى محلول أو على هيئة بلورات فإن عمر وسط الإختبار والدرجة التى تحول إليها السكر (تلقائياً) mutarotated هى عوامل تؤثر على الحلاوة النسبية.

التأثيرات المؤقتة وإستجابة الحلاوة
temporal effects & sweetness response

زمن الإبتداء ومدة الحلاوة يمكن أن يؤثر على إستقبال المُحَلِى. فالمستهلكون يحددون حلاوة السكروز فى ثانية واحدة وهذه الحلاوة تبقى ٣٠ ثانية. وأى عامل تحليه له حلاوة صلبة متأخرة أو حادة أو إحساس بالحلاوة طويل يمكن أن يكون ذا مذاق غريب على كثير من الناس. وتركيز محدد من جزيئات المنشط على موقع المستقبل يعتقد أنه يحكم إستمرار أو دوام الحلاوة. والمواقع المحبة للدهن يمكن أن تكون مسئولة عن توجه المحليات القوية إلى تركيزات محلية (أو كيوكيوز queques) على مساحات غير متخصصة فى غشاء الخلية وتعمل على إستمرار الحلاوة. وعلى ذلك فالطول الفيزيقى للكيوكيو queque يحدد إستمرار/دوام الحلاوة بطول المدة التى يبقاها المستقبل مزوداً بالمنشط.

• تآزر السكريات مع مكونات الغذاء الأخرى
synergism of sugars with other components

تفاعل المكونات والتأثير على الحلاوة
interaction of components & effects on sweetness

العوامل الآتية تؤثر وتحور إدراك الحلاوة من السكريات: وجود وتركيز المذاقات الأخرى والمحليات والنكهات؛ والشبكة التركيبية structural matrix سواءا كانت صلبة أو سائلة أو غازية؛ ولزوجة وقطبية المذيب فى الوسط؛ ودرجة حرارة المعاملة والتخزين والتحضير؛ والكائنات الحية الدقيقة والإنزيمات الموجودة. فالمكونات الحلوة مدفونة فى شبكة معقدة مع المذاقات المرة والحمضية والملحية والنكهات من المكونات الأخرى. ومُحَوِرَات المذاق تغير خاصية الحلاوة فتزيد أو تنقص الشدة أو تخفى الخُلْفَة aftertatse غالباً ببدل تأثير فيزيقى أو كيماوى على المنشط بدلاً من مستقبل المذاق. وحده الإحساس لحلاوة الكربوايدرات تنقص فى وجود مذاقات أخرى ولكن درجة الكبح تتوقف على طبيعة العامل الثانى - التركيز - وشدة المذاق.
والحلاوة يبدو أنها تُعَزَزْ على تركيزات كلوريد صوديوم منخفضة (<٠,٤٪) ولكن الحلاوة المدركة تنقص إذا كان تركيز الملح عالٍ. وحلاوة السكروز والفركتوز والجلوكوز تتأثر بإختلاف الأحماض المختلفة والتركيز النسبى لكل من المكونات. ونكهات الفواكه تغير إدراك الحلاوة فى الأنظمة المائية عادة مُعَزِزَة حلاوة المُحَلِى الكربوايدراتى.

والسكر يقلل من إدراك المرارة فى الأغذية والمشروبات.

والحلاوة الأصلية النسبية والقصوى للسكريات فى منتجات الأغذية تختلف عنها فى الأنظمة النموذجية. والمنشطات المثخنة thickened عادة يُحَسُ بأنها أقل حلاوة فى الوسط الرفيع والذى له نفس التركيزات من السكر. والقوام والخواص الفيزيقية للأغذية تؤثر على مذاقها لأن القوام يَضْبط جزئياً كمية والمعدل الذى يصل فيه مركب المذاق إلى براعم المذاق. والعتبات للمذاقات الأربعة الأساسية أعلا فى منتجات الأغذية عنها فى المحاليل المائية. وإدراك الحلاوة يكون فى أقصاه عندما يكون هناك تدخل بسيط أو منعدم من سلوك فيزيقى لوسط المذاق. والمذيبات الزيتية واللزجة تظهر سلوكاً متداخلاً يرفع العتبة ويقلل إلى أقل حد شدة الحلاوة المدركة.

تفاعلات سكر-بروتين
sugar-protein interactions

نكهة ولون الأغذية تتغير بواسطة التلون البنى غير الإنزيمى للكربوايدرات. فالتهدم الحرارى للكربوايدرات المعقدة والبسيطة عادة يحدث فى إرتباط مع حوافز غير عضوية وعضوية وينتج عنه تكرمل caramelization وهذا هو مفتاح لتكون نكهات مرتبطة بدبس السكر وشراب القيقب maple sugar ونكهات الكارامل وألوانها. وتفاعل الكربونيل-أمين يشتمل على تفاعل مُحَثْ حرارياً بين الحمض الأمينى والسكر المختزل. وكثير من الطرق وأنظمة التفاعل تتبع تفتح الحلقة والأينلة enolization للسكريات وتفاعلاتها مع مجموعات الأمينو النتروجينية. ومركبات اللون والنكهة الفريدة المنتجة فى البن المحمص والنُقْل واللحم والشيكولاتة وشراب القيقب ومنتجات الخبيز تنتج بدرجة كبيرة من تفاعل كربونيل-أمين ومنتجات تفاعل الكربونيل-أمين وتفاعلات التكرمل. وتفاعلات الكربونيل-أمين تشمل البيرول pyrrole والبيريدين والإميدازول imidazole والبيرازين والفيرفيورال والفيورانونات furanones والأكسازولات والثيازولانات ويمكنها تكوين مبلمرات عديدة بنية إلى سوداء. والمالتول وشبيه المالتول مع عبيرها المشابه للكارامل تعزز كلاً من نكهة وحلاوة كثير من الأغذية. وفى الأغذية المطبوخة بالموجات الدقيقة/القصيرة وفى الأغذية المبثوقة extruded فإن الزمن ودرجة الحرارة وظروف الرطوبة ينتج عنها نقص النكهة واللون بسبب إنخفاض مستويات منتجات تفاعل البنية/الإسمرار browning reaction. وتهدم شتركر Strecker degradation وتجزئة fragmentation الكربونيل-أمين هى طرق معروفة يمكنها أن تنتج أيضاً نكهات غير مرغوبة فى مكونات الأغذية. وفى المراحل الأخيرة من تفاعل تهدم شتركر تُنْتج الفورمالدهيدات والبيرازينات من أجزاء كيتون الأمين amino ketone الآتية من السكر المختزل. ومعاملو الأغذية يجب أن يجعلوا عبير الكارامل المرغوبة فى أحسن ظروفه ولكن يجب أن يقللوا إلى أقل حد ممكن السمات المحروقة والمرة والقارحة acrid التى يمكن أن تنتج.

تفاعلات السكر وتغيرات القوام فى الأغذية
sugar interactions & textural changes in foods

المحليات مثل المالتو دكسترين وشراب السكر منخفض مكافىء الدكستروز (ك.د DE) تعطى درجة الجسم المرغوبة أو الإلتصاقية أو المضغية لشراب المائدة ومشروبات الفاكهة ومنتجات الحلويات وقضبان الفاكهة والجيلاتى والشربت وغيرها من العُقْبَة المجمدة. واللزوجات فى معظم المحليات الكربوايدراتية فى محلول متشابهة فيما عدا شراب الجلوكوز. نسبة عالية من عديد السكريات ذات الوزن الجزيئى العالى تزيد اللزوجة النسبية لشراب الجلوكوز وعلى ذلك فهذه السكريات تعطى إلتصاقاً أكثر وجسماً وتماسكاً أكثر إلى نظام الغذاء عن الأنواع الأخرى من المحليات. ولزوجة المحاليل المحلاة بالكربوايدرات تُحْكَم أيضاً بواسطة تركيز المذيب ودرجة الحرارة. ومع درجة حرارة مرتفعة تزداد حركة الجزيئات مما ينتج عنه نقص الإحتكاك بين الجزيئات ومما يؤدى إلى مقاومة أقل للإنسياب.

والأشربة ذات ك.د DE المنخفض لزجة وتزيد من مضغية المنتجات مثل الكارامل والبسكويت أكثر من تركيز مساو من شراب ذى تحول أعلا higher-conversion ولزوجة أقل. والأشربة ذات اللزوجة المنخفضة تنقص من لزوجة كتلة القَنْد لتكوين سكروز معين عن طريق خفض الإحتفاظ بالهواء. والقند يكون قصفاً ويُعَزِز إنطلاق النكهة الجيدة فى الفم.

وحواف بلورات السكر المتبلرة الحادة تساهم فى الطبيعة المهواه aerated لمنتجات الخبيز المرفوعة كيماوياً بمساعدة تشتيت الجزء الدهنى من العجينة فى المراحل الأصلية للكريمية creaming من عجين مخلوط على عدة مراحل. وهذه الكريمية لدهن التنعيم تسمح بتكوين خلايا هواء وبدأ تزيد من الحجم والطراوة. والسكريات تطرى منتجات الخبيز أيضاً بضبط تميؤ النشا وتشتيت جزيئات البروتين والنشا. وجزيئات النشا والبروتين يفصلها سكريات ودهون وتمنع من تكوين كتلة مستمرة. والتركيب يبقى مرناً وطووياً pliable بدرجة كافية ليسمح بالتمدد الأقصى أثناء الإرتفاع وقبل الإنعقاد الحرارى. وزيادة السكر يمكنها زيادة سيولة العجينة وتزيد من درجة حرارة التخثر لبروتينات البيض وتزيد من درجة حرارة تجلتن النشا إلى مدى أن التركيب يكون ضعيفاً جداً ليدعم وزنه. والعجينة ترتفع قبل الإنعقاد الحرارى ولكنها تنهار بعد ذلك.

وتنظيم كمية ونوع السكر يضبط إنبساط البسكويت. وزيادة كمية السكر مع كمية معينة من الماء يعطى محلولاً أكثر من المتاح مع الماء وحده. والبلورات الصغيرة تزيد إنبساط البسكويت لأن البلورات الدقيقة تذوب أسرع، وأزمنة الجلتنة والإنعقاد الحرارى تتأخر، والعجين يكون أكثر سيولة، والبسكويت ينبسط أكثر قبل أن ينعقد التركيب ويكون أكثر قصافة crisper. وعندما يحتوى البسكويت على مستويات عالية من السكروز يتكون بسكويت صلب حلو وقصف ويعطى صوتاً عند المضغ crunchs بعد التبريد عندما يعاد تبلر شراب السكر ليكون زجاجاً غير متبلر. ودبس السكر والعسل وشراب الجلوكوز وشراب الذرة عالى الفركتوز تثبط

التبلر وتعطى بسكويتاً أطرى ويكون مصيغاً بدلاً من قصفاً.

• خواص عديد السكريات الحسية بالنسبة للتركيب
sensory properties of polysaccharides in relation to structure

عديد السكريات تؤثر على الخواص الحسية خاصة القوام بتأخير إنسياب وتحوير خواص تكوين الحل فى منتجات الأغذية. فترتبط كميات كبيرة من الماء المناطق غير التركيبية غير المتبلرة لعديد السكريات عالية التميؤ. وبالعكس المناطق التى تحتوى نسبة عالية من مناطق مستقيمة السلسلة متبلرة مثل جلات النشا المنتكسة تستبعد الماء. ومعظم الأيدروغرويات أو الصموغ الطبيعية أو الصناعية تظهر خواص إنسياب شبه لدنة pseudoplastic أى أن لزوجة المحلول تنقص بازدياد معدل القص shear. ومع معدلات قص مرتفعة تنقص اللزوجة لأن الجسيمات تُوجَه متوازية مع حقل القص. وفى نظرة عامة فإن اللزوجة تنقص أيضاً حيث تزداد درجة الحرارة.

الخواص الحسية والإنسياب
sensory properties & rheological character

الخاصية الحسية السائدة لكثير من محاليل الصموغ أنها مرغية slimy : مادة ثخينة تبطن الفم والتى تكون صعبة البلع. والمشتتات التى تقترب من سلوك إنسياب نيوتونى Newtonian ترتبط مع درجة عالية من المرغية sliminess والصموغ فى محلول تبتعد كثيراً عن الإنسياب النيوتونى ولها درجة عالية من قص-ترفيع هى أقل مرغية فى الفم. والخواص الأخرى المستخدمة فى وصف محاليل الصموغ هى الإلتصاقية ونشوى وصمغى وقابض وزلق وزيتى. والنشوى هى نكهة متصلة بمنتج تحت مطبوخ ولكن المعالم تتصل بشعور الفم والخواص القوامية الميكانيكية. وعدم وجود أى نكهة عادة هى خاصية النكهة المرغوبة لمنتجات الكربوايدرات فى منتجات الأغذية.

والسلوك شبه اللدن pseudoplastic يرتبط مع شعور فم أقل مرغية لأن اللزوجة للسائل تنقص على معدل قص يوجد فى الفم (حوالى ٥٠/ثانية). وبذرة ذات لزوجة عالية وصموغ مفروزة exudate gums - حوار، وتراجاكانت، وصمغ الخروب - هى أكثر شبه لدانة عن الألجينات وإيثيرات السليولوز، بينما الصمغ العربى له لزوجة منخفضة جداً وتقريبا خواص إنسياب نيوتونى حتى تركيز ٤٠٪. وتشتتات سيليولوز التبلر الدقيق - وهو صمغ مخلق - يظهر إسالة القوم عكسياً بالرج thixotropic وسلوك لدن plastic. والسلوك الذى يسود يتوقف على التركيز وتاريخ القص shear. والنشويات يمكن تحويرها لتغير من تلازجها فالتشابك cross-linking يساهم فى تلازج قصير غير خيطى stringless فى النشا الشمعى والتابيوكا. والنشويات غير المحورة يكون لها تلازج خيطى متماسك. ومستويات عالية من نشا ذرة شمعى متشابك تزيد المضغية فى المنتج.

خواص الجل gel properties

عديد من عديد السكريات تعطى تركيب حل مؤقت فى بعض منتجات الأغذية وتركيب كامل فى منتجات أخرى. فالبكتينات عالية الميثوكسيل فى جل الفواكه والبكتينات منخفضة الميثوكسيل فى

جل أغذية الحِمْيَة والنشا فى البودنج والآجار فى منتجات اللحوم والكاراجينات فى جل الفواكه الكوشر وبودنج اللبن. والألجينات فى مالئات الفطائر والخضروات معادة التشكيل والفواكه وكتل اللحوم أمثلة حيث تعطى الكربوايدرات إما تركيب جل كامل أو جزئى.

والجلات يمكن أن تكون قَصِفَة أو جَاسِئة أو رجوعة springy أو متماسكة أو طرية أو يمكن بسطها أو قطعها أو مطاطية أو ناعمة أو محببة ويتوقف ذلك على درجة تفاعلات البوليمرات وتركيزها. وتكوين الجل يوازن تفاعل بوليمر-بوليمر وبوليمر-مذيب لتكوين شبكة ثلاثية أو شبكة matrix والجل هو حالة متوسطة بين محلول وراسب. والتفاعلات المعززة بين جزيئات البوليمر تنتج كنتيجة لنقص ذوبانها وعموماً تؤدى إلى جلات متماسكة مطاطية ورجوعة وجاسئة. والجلات تميل إلى أن تصبح أكثر قصافة مع زيادة التركيز ولكن معدلات إنعقاد أسرع ونقص فى تماثل الشباك ينتج عنه زيادة قصافة أيضاً. ويحصل على شعور فم قصف أو يحدث صوتاً عند الأكل crunchy للأكلات الخفيفة ذات الأميلوز العالى الموجود فيما قبل الجلات pregels المتهدمة قليلاً والشمعية والتى تمتد إلى تركيبات طرية مع التسخين والتجفيف. ويحصل على تركيبات مطاطية مع نشا ذرة رفيع يغلى فى وجود تركيزات عالية من السكر. وفى ظروف أخرى تؤثر المواد على الجساءة rigidity أو القوة بـ: ١- المنافسة مع الماء فى موضع الربط مثل السكر الذى يطرى جل النشا. ٢- المنافسة مع الطور الصلب على السائل كما يفعل السكر فى جلات بكتين عالى الميثوكسيل. ٣- تغيير جهد كما تفعل الأحماض فى أنظمة البكتين. ٤- التفاعل كيماوياً إما مع واحد أو كلا الطورين كما تكون أيونات الكالسيوم عبر كبارى مع الألجينات أو بكتينات منخفضة الميثوكسيل. ٥- تغيير توزيع الشحنة على جزيئات البوليمر.

علاقة قوة الجل مع القوى المتفاعلة
relationship of gel strength to interactive forces

نوع وقوة مناطق الإتصال المتبلرة فى عديد شباك جل عديد السكريات يحكم قوة ومرونة وسلوك إنسياب الجل. فإذا كانت منطقة الإتصال قصيرة والسلاسل لاتتماسك مع بعضها بقوة فجزيئات عديد السكريات تنفصل تحت الضغط الفيزيقى أو بإرتفاعات بسيطة فى درجة الحرارة. وواحد أو أكثر من عديد السكريات يمكن أن يعمل فى منطقة الإتصال والمناطق يمكن أن تشتمل على حلزونات عديدة أو تجمعات من شرائط ribbons منظمة ordered. والأجار يكون واحداً من أقوى الجلات المعروفة خلال حزم من حلزونات مزدوجة مرتبطة والجلات تبقى ثابتة على درجة حرارة ٣٠-٨٥°م. ومناطق الإتصال الحلزونية توجد أيضاً فى جلات الكاراجينات والفورسيليران furcelleran والبكتينات ذات الميثوكسيل المنخفضة - أقل من ٥٠٪ استرة - يمكن أن تكون جلات ثابتة مستخدمة أيونات ثنائية التكافؤ مثل الكالسيوم لتكون تشابك cross links. وتكوين جل الألجينات يحدث عند درجة حرارة الغرفة فى وجود الكالسيوم أو أيونات ثنائية أو ثلاثية أو فى غير وجود الأيونات على جهد

٣ أو أقل. والجيلان gellan فـي وجـود الأيونـات يكـون جلاً مشابهاً للألجينات ولكـن يعطـي قصافـة ومرونة وتماسكاً مشابهـــة لجلات الأجار فيما عدا أن جـل الجيلان gellan أكثر تماسكاً firm. وفـي حالة الكاراجينان الأيونات تُثَبِّـتْ immobilized عنـد منـاطق الإتصـال بالرغـــــم مـن أن الآليــة الأولى لتكـــون الجـــل يعتقـــد بأنـــها روابـــط الأيدروجيـن. K-كاراجينانات تكون جـلاً متماسكاً firm مع البوتاسيوم ولكـــن ليـس مـــع الصوديـوم. و ι-كاراجينــان حســاس للكالســيوم. وكــلا K و ι كاراجينانات تكون جلاً ولكن أجزاء λ هي أيونات سالبة قوية لاتنعقد بسهولة مع الأيونـات الموجبـة ولاتكون جلاً.

وعديد السكريات مع مجموعات كربونيل لاتكـون جلاً أيضاً بسهولة بسبب التنافر الكهربي بين أجزاء السلسلة المتقاربة. ويكون البكتين عالي الميثوكسيل (٥٥ – ٨٠٪ أسترة) جلات قوية فقط إذا: ١– عُدِل رقم جيد إلى ٢,٠ – ٣.٥ لمنع تنافر الشحنات وتـأمين مجموعات الكربوايدرات. ٢– تستخدم مادة مجففـة لزيـادة التفـاعل بـين الجزيئـات بواســطة ربـط الأيدروجين بـين البوليمـرات. ويحـدث تـآزر بـين الألجينـات والبكتينـات لتكويـن جـل إذا حُمِـضَ النظام أولاً لأجل تخفيض التنافر الكهربي الساخن وللسماح بالإرتباط association الجزيئي.

الهيئة الجزيئية والجل
molecular configuration & gel character
الجزيئـات المتفرعـة لاتكـون منـاطق إتصـال قويـة وعلـى ذلـك فـهي لاتكـون جـلات قويـة مرنـة. والدراسات على آليات التشابك لجلات مختلطة (أجاروز أو كاراجينانات أو زانثان + جالاكتومانانات مثل جوار (أو صمغ الخروب)) تقتـرح ربطاً منظماً بين هيئات شرائط ممتـدة لمواقع ناعمة (مساحات غير متفرعة) على سلاسل الجالاكتومانات وحلزونات مزدوجة للأجاروز أو الكاراجينـان. وفـي حالـة صمـغ الزانثـان فـإن المنـاطق الناعمـة غـير المركبـة مـن المانان والزانثان تشترك في منطقة الإتصال للجلات العكسية حرارياً.

تأثير التركيز
قـوة الجـل فـي أنظمـة الجـلات البسيطة، مثـل جـل الألجينات أو البكتين وفي جل النشـا الأكثر تعقيداً، فإنها جميعاً تتوقـف بشـدة علـى الـتركيز. ويُطْلَـب لبوليمـر معين تركيز معين حرج لأي زوج بوليمـر– مذيب. ومحلول عديد السكريات عادة يكون جلات على تركيزات منخفضة نسبياً للمواد المكونـة للجـل، وجلات متماسكة firm يمكـن أن تحضـر مـن عـدد قليل من الصموغ مثل البكتينات علـى مستويات ١٪ أو أقل. وبعض عوامل تكويـن الجـل الغرويـة تحتـاج إلى تركـير قـد يصـل إلى ١٠٪. وتركـيز أعـلا مـن البوليمر ربما كان ضرورياً في بعض الأنظمة للسـماح للجزيئات بالإرتباط القريب لتكـون تجمعات علـى درجات حرارة منخفضة حيـث توجـد فرصـة أقـل للتفـاعل بـين الجزيئـات. وتركيـب جـل مـن نـوع التجمعات يتطلب تركيزات جسيمات أعلا عن تركيز شبكة البوليمر. وجلات النشا عمومـاً تتوقـف علـى حبيبـات مجلتنـة منتفخـة لتعزيـز قـوة شـبكة جـل الأميلوز. وصمـوغ الجـل الطري يمكـن أن يحصـل عليها مـع نشا ذي أميلوز مرتفع. وإنتكاس الأميلوز

يُضبط ليعطي قواماً يتراوح من قصير وقضمة نظيفة إلى طويل مع قضمة مضغية نوعاً في منتجات مثل القرص الصمغي/حبة بونبون صمغية gum drops وشرائح البرتقال والدب الصمغي gummy bears. والنشا الرفيع الذي يغلي والذي يحصل عليه بالمعاملة الحمضية لإنتاج سلاسل قصيرة في جزء الأميلوبكتين يستخدم مع تركيزات عالية من النشا والسكر لإنتاج قند/صمغ متماسك ومطاطي.

وفي جلات عديد السكر فمناطق الإتصال المتبلرة يمكن أن تحدث لدرجة أنه مع الوقت فإن الإنتكاس وإندغام الجل المقابل يحدثان. وزيادة مناطق إتصال عديد الجولورونات polyguluronate في جل الألجينات ينتج عنه جلات جاسئة وقصفة مع إندغام جل عالٍ بينما مناطق إتصال قليلة تنتج جلاً مرناً مع ميل أقل لإندغام الجل. وعموما فإن إندغام الجل يشجع بزيادة درجة الحرارة وقوة الأيونات للوسط المشتت. وإندغام الجل الناتج من الإنضغاط يمكن أن يعطي شعورا بالعصيرية في الفم.

• تآزر الكربوايدرات مع مكونات الغذاء الأخرى

تركيبات الجل

الجلات المختلطة والجلات المملوءة أو المركبة تستخدم للحصول على خواص قوامية متخصصة في المنتجات الغذائية. والقوام يتوقف على النسب النسبية لكل مكون وعلى التركيز الكلي. وصمغ الخروب والـ K-كاراجينان تكون جلات قصفة ومرنة قليلا بينما صمغ الزانثان والـ K-كاراجينان أو بكتين منخفض الميثوكسيل والـ I-كاراجينان تكون جلات طرية ومتماسكة. ومستويات منخفضة من صمغ الجيلان gellan يمكن أن تعطي خواص مشابهة مثل مستويات عالية من الـ K-كاراجينان مع صمغ الخروب. والميوجلوبين والبيومين سيرم البقر بروتينات تشجع تكون جل بكتين منخفض الميثوكسيل ولكنها تثبط تكوين جلات الألجينات. وكل من عوامل تكوين الجل يمكن أن يساهم في تكوين جلات مختلطة أو أي أحد العوامل يمكن أن يعتبر غير نشط محورا الخواص ولكن لايتفاعل ليكون شبكة الجل. فالآجار يكون جلات دقيقة microgels في شبكة الجيلاتين في جل مختلط آجار-جيلاتين.

حمل النكهة والكبسلة

الكربوايدرات يمكنها أن تكسو أو تمتص أو تحافظ على متطايرات النكهة أثناء المعاملة. فالصمغ العربي وصمغ الجوار والنشا المحور والمالتودكسترينات والسكروز واللاكتوز عادة تستخدم للكبسلة بواسطة التجفيف بالرذاذ أو عمليات البثق. والتضمين المعقد inclusion complexing يستخدم في الكبسلة بواسطة β-دكسترينات حلقية β-cyclodextrins.

(Macrae)

والأسماء: بالفرنسية hydrate de carbons، وبالألمانية Kohlenhydrat، وبالإيطالية idrati di carboio، وبالأسبانية hidratas de carbone.

(Stobart)

كرات/كراث leek

الإسم العلمى *Allium porrum*

الفصيلة/العائلة: الزنبقية Liliaceae or Alliaceae

ينمو من بذور ويحتاج إلى موسم طويل من النمو وقد يزرع خارجياً أو داخلياً وفى حالة زراعته داخلياً درجة الحرارة المناسبة من ٦٠ - ٦٥°ف.

الإستخدام

يؤكل منه الساق والأوراق.

له مذاق يقرب من مذاق البصل ويؤكل طازجاً أو يطبخ ويدخل فى تحضير حساء الخضر وأوراقه الفضة تدخل فى السلطات ومفرومة يخلط مع أعشاب أخرى.

وهو فاتح للشهية ومدر للبول.

(الشهابى وأمين رويحة)

وقد يعلب أو يجفف.

الإختيار والتحضير

الكرات الجيد له أوراق خضراء صلبة غامقة وأعناق بيضاء ثخينة مستقيمة ولها نكهة خفيفة عندما تكون صغيرة وقَصِفَة وطرية. وهى يجب أن تشق طولياً وتغسل جيداً ثم تقطع وتخلط مع الجبن أو تضاف للسلطة. وقد تطبخ فى أطباق الشوربة أو الدجاج أو يغلى ويقدم مع الزبد وخلافه.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم تحتوى ٨٥,٤ جم ماء وتعطى ٥٢ سعراً وبها ٢,٠ جم بروتين، ٠,٣ جم دهن ، ١١,٢ جم كربوايدرات ، ١,٣٤ جم ألياف، ٥٢,٠ مجم كالسيوم، ٥,٠ مجم صوديوم، ٢٣,٠ مجم مغنيسيوم، ٣٤٧,٠ مجم بوتاسيوم، ١,١١ مجم حديد، ٠,١٢ مجم خارصين، ٠,٢ مجم نحاس، ٤٠ وحدة دولية فيتامين أ، ٠,٨٤ مجم توكوفيرول، ١٧,٠ مجم فيتامين ج، ٠,١١ مجم ثيامين، ٠,٠٦ مجم ريبوفلافين، ٠,٥ مجم نياسين، ٠,١٢ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٢ مجم بيرويدوكسين، ٦. ميكروجرام بيوتين. (Ensminger)

وقد استخدم لأسباب صحية فهو ينشط الشهية ويمنع نمو جراثيم المرض والفساد ويزيل الماء الزائد بتنشيط التبول.

الأسماء: بالفرنسية poireau، وبالألمانية Lauch، وبالإيطالية porro، وبالأسبانية purro. (Stobart)

كراث أبوشوشة shallot

الإسم العلمى *Allium ascalonicum* or *Allium cepa* var. *aggregatum*

الفصيلة/العائلة: الزنبقية Alliaceae

بعض الأوصاف

تكون بصلات صغيرة تشبه الثوم ولها نكهة ثوم خفيفة وتكون عناقيد من البراعم. ويجب زرع النباتات (البصلات) فى أرض مخدومة جيداً ومروية إن لم تكن الأمطار كافية والجو البارد يساعد نمو القمة بينما الجو الدافىء ينشط البراعم ويحصد بشد النباتات وتكون البصلات حوالى ٦مم فى القطر ويمكن حصدها بعد أن تصفر الأوراق وتبتدىء فى الذبول فتكون البصلات ناضجة وهو يؤكل طازجاً.

الأوراق

خضراء ومتوسطة العنق ومبيضة ٥-٨ سم من البصلة وصغيرة وقَصِفَة وطرية. والبصلات المتماسكة الصغيرة هى المرغوبة.

وهو يقدم خاماً كمشهى أو يسخن ويضاف للأطباق المختلفة والشوربة وقد تقطع صغيراً جداً وتستخدم كتابل ويصنع منه صلصة وتوضع مع المحار واللحم وتحتوى ٨٠٪ ماء وتعطى كل ١٠٠ جم ٧٢سعراً.

الأسماء: بالفرنسية échalote، وبالألمانية Schalotte، وبالإيطالية scálogno وبالأسبانية cebolleta/chaleto. (Stobart)

كراث برى/كراث الكرم/ثوم الشرق
blue leek

الإسم العلمى *Allium ampeloprasum*

الفصيلة/العائلة: الزنبقية Alliaceae

بعض أوصاف

له بصلة مفصصة كالثوم فى الشكل والرائحة. أما ساقه وأوراقه وتنويره فكالكراث وهو معمر.

(الشهابى)

كراث مصرى
leek

الإسم العلمى

Allium ampeloprasum L. *porrum*

الفصيلة/العائلة: الزنبقية Liliaceae

بعض أوصاف

مستديم معمر وهو أصلب من البصل ويتحمل البرد عنه ولزيادة الأجزاء الطويلة البيضاء فوق الساق فهى تزرع ١٢ - ١٥سم فى خندق والذى يملأ بتقدم الحصول لإنتاج أجزاء بيضاء وطرية. وسيقانه جوفاء مستدقة الطرف. والكراث المصرى لايكون بصلة مميزة وأغماد الورق تكون سلسلة طويلة من ورق اللف مع نمو أصغر فى الداخل وينتج عن منطقة النمو فى أساس الساق. وهو يقسم كمحصول جذرى - مثل البصل - وبعد الحصاد يجب غسله جيداً قبل الطبخ لإزالة أى قذارة محصورة مابين الأوراق وهو يغلى ويبرد وقد يقدم وحده أو مع محاصيل أخرى مع صلصات السلطة وقد يقدم ساخناً مع زبد مخفوق.

وهو يحتوى ميثيل اليين methyl alliin والذى ينتج ثيوسلفينات الميثيل methyl thiosulphinate وهو يعطى نكهة الكرنب وثنائى ميثيل ثنائى الكبريتيت dimethyl disulphide ومركبات أخرى.

وهو يجفف بالتجفيد والطرق الأخرى.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم جزء ماكلة تحتوى على ٨٣٪ ماء ويعطى ٣٥ سعراً/جم وبه ١,٥جم بروتين، ٠,٣ دهن، ١٤,٠جم كربوايدرات، ١,٥ جم ألياف، ٥٩ مجم كالسيوم، ٣٥ مجم فوسفور، ٢,١٤ مجم حديد، ٢٠ مجم صوديوم، ١٨٠مجم بوتاسيوم، ٩٥ وحدة دولية فيتامين أ، ٠,٠٦ مجم ثيامين، ٠,٠٣مجم ريبوفلافين، ٠,٠٤ مجم نياسين، ١٢,٠ مجم حمض اسكوربيك.

والأسماء بالفرنسية poireau(m)، وبالألمانية der Lauch, Porree.

كريز cherries

الكريز الحلو	sweet cherries
الإسم العلمى	*Prunus avium* L.
الكريز الحمضى	sour cherries
الإسم العلمى	*Prunus cerasum* L.
الفصيلة/العائلة: الوردية	Rosaceae

بعض أوصاف

الكريز الحلو والحمضى متقاربين ويهجنا إلى أصناف. والكريز الحلو ثنائى الصبغات diploid مع عدد أساسى من الكروموزومات ٨ وعدد جسدى ١٦. والكريز الحمضى رباعى الصبغيات tetraploid وعدد أساسى من الكروموزومات ١٦ وعدد جسدى للكروموزومات ٣٢.

ويمكن تقسيم الكريز الحلو إلى نوعين أساسيين تبعاً لخواص الفاكهة: كريز من نوع القلب وهو بيضى أو فى شكل القلب مع لب طرى نسبياً وينضج مبكراً. وصنف يتبع البيجارو bigarreau له ثمرة لبها قصف ومتماسك وينضج من نصف إلى أواخر الفصل. واللب قد يكون أحمراً أو أصفراً والجلد غامق (أحمر إلى أسود تقريباً) أو خفيف (أصفر-أحمر إلى أصفر-أبيض) والتماسك واللون والمواد الصلبة الذائبة مهمة. والأصناف ذات اللب الخفيف تصلح لعمل كريز ماراسكينو maraschino لأن الصبغة غير مرغوبة. وهو قد يعلب والأصناف الغامقة المتماسكة تصلح للتجميد.

والكريز الحمضى عادة طرى عصيرى وكروى مقعر السطح الأعلى والألوان تتراوح من أحمر إلى غامق اللب والعصير تقريباً عديم اللون (العصير واللب). وهو يلقح ذاتياً.

وهو يجمد أو يعلب ليدخل بعد ذلك فى الفطائر وفى المنتجات المجففة والعصير والليكير والمرملاد وليدخل فى الزبادى.

النمو

الإزهار وإنعقاد الفاكهة flowering & fruit set

أزهار الكريز الحلو فى عناقيد من أثنين إلى أربعة وتحمل جانبياً على مهماز قصير على غصين عمره سنتين أو بقرب قاعدة نبتة عمرها سنة. وإبتداء الإزهار يحدث فى يوليو بعد الحصاد وبراعم الأزهار من نوع مخلط ولاتعطى نبتات جانبية وهى عادة تعطى مِدَقّة واحدة وإن كانت فى الصيف الحار جداً تعطى مدقتين مما يعطى ثماراً مزدوجة غير مرغوبة. وهى عادة تحتاج إلى صنف آخر للتلقيح. وإن كان هناك مجموعات عقيمة داخلياً.

أما أزهار الكريز الحمضى فهى تنمو مثل الكريز الحلو مع براعم من ٢-٤ أزهار إما على مهاميز أو براعم جانبية. وزيادة الإزهار أو إنعقاد الثمار الزائد ينتج عنه قليل جداً من الأوراق أو براعم الأوراق إلى ثمار ذات حجم مناسب.

وفى كلا النوعين الحلو والحمضى فإنتاج الأزهار وإنعقاد الثمار قد يتأثر كثيراً بالصقيع المتأخر ولو أن النوع الحمضى أكثر صلابة. وقد تتعرض أصناف الكريز الحلو للتشقق الناتج عن المطر وهى تنمو حيث درجة الحرارة فى الشتاء تكفى لكسر السكون وعلى ذلك فهى محددة بالمناطق المعتدلة والباردة.

حجم الشجر

يلعب حجم الشجر دوراً مركزياً فى إنتاج ثمار ذات جودة والأشجار القصيرة لها ميزاتها المتعددة فالضوء ينفذ أحسن مما يشجع التمثيل الضوئى والشجرة تنتج ثماراً أحسن وأكثر. ويمكن رشها بكفاءة أكثر مع كيماويات أقل كما أنها أسهل فى الحصاد.

الحصاد والمناولة

يكاد يكون حصاد الكريز الحلو باليد لتجنب التنقر pitting والتجريح أثناء الحصاد ويستخدم الآن تيارات الماء بدل أحزمة النقل لتقليل إزالة البذرة والتجريح. والفرز والتعبئة تعطى مشاكل وقد يحتاج الأمر إلى تعبئة الأصناف ذات اللب الأبيض أو الأصفر فى الحقل لتقليل الفقد. أما الحصاد الميكانيكى للكريز الحمضى فيقلل التكاليف.

ويجرى فرز الكريز الحمضى بالعين الكهربية وتزال السيقان ميكانيكياً.

عوامل الجودة

اللون والمواد الصلبة الذائبة وهى أساساً سكريات سداسية وسوربيتول ولون الثمرة هى أحسن دليل على جودة كل من الكريز الحلو والحمضى ولو أن مستوى الحمض قد يكون هاماً فى الكريز الحمضى. وهو غنى فى الكربوايدرات الذائبة والفيتامينات أ، ج ولكن منخفض فى المغذيات ومرتفع فى الكالسيوم والحديد والمغنيسيوم والفوسفور والنحاس وهو يحتوى على ١٥٪ مواد صلبة ذائبة وقد تصل إلى ٢٠٪ فى الكريز الحلو ولتسهيل المعاملة بالمأج وإزالة اللون فى محاليل كب أ، لعمل كريز ماراسكينو maraschino cherry فالثمار قد تقطف قبل النضج قبل أن يصبح اللون والمواد الصلبة الذائبة كافية للسوق الطازج. (Ensminger)

وقوة إزالة ساق الثمرة تراقب جيداً بالنسبة للكريز الحمضى الذى سيجمع ميكانيكياً وإنفصال الثمار قد يساعد على حدوثه بالمعاملة بإيثيفون ethephon والذى يطلق إيثيلين مما يسرع من الإنفصال ووقوع الثمار إستجابة للهز الميكانيكى.

الإضطراب

فى معاملة الكريز الحلو والحمضى بالمأج مشكلة "جيب المحلول solution pocket" تشتمل على شق splits تحت إظهارى فى اللب والتى يملؤها محلول المأج ويمزق محتويات الخلية. ووقت الحصاد ودرجة الإنتفاخ عند المعاملة بالمأج ودرجة الحرارة أو أى طرق تقلل إما السكر أو محتوى الماء فى الثمار فتميل إلى تقليل المشكلة.

وتشقق المطر (إنتفاخ يتبعه تمزق البشرة) فى الكريز الحلو يحدث غالباً أثناء فترة الحصاد عندما تكون الثمرة ناضجة أو قريبة من النضج. وأهم الأسباب إمتصاص ماء مباشرة خلال جلد الثمرة وليس خلال الجذور. أما التعرض للتشقق فهو يتوقف على الصنف. وهناك برامج تربية لإنتاج أصناف مقاومة للتشقق ولايعرف تماماً إذا ماكان التشقق يمكن خفضه بالمعاملة ببعض الكيماويات أو الهرمونات مثل الرش بالكالسيوم أو الألومنيوم أو الجير أو الأوكسين أو الجبريلين. وفى بعض البلاد (مثل

النرويج) يلجأون لتغطية الأشجار بأفلام لدائن لتجنب التشقق.

وفى الكريز الحلو التنقر pitting هو حالة حيث مساحات بالقرب من سطح الثمرة تصبح مغمورة مكونة نقراً pits أو ثقوباً dimples وهى قد تحدث قبل أو بعد الحصاد. وهناك على الأقل ثلاثة أسباب أهمها التجريح أثناء المناولة. والتنقر pitting قد يحدث من حشرات ماصة وربما من ضرر فسيولوجى مثل ضغط درجة حرارة منخفض معاكس أثناء تبريد مابعد الحصاد أو ظروف النمو.

القيمة الغذائية للكريز الحلو والكريز الحمضى

الكريز الحلو: كل ١٠٠ جم تحتوى ٨٠,٤٪ ماء وتعطى ٧٠,٠ سعراً وبها ١,٣ مجم بروتين، ٠,٣ جم دهن، ١٧,٤ مجم كربوايدرات، ٠,٤ جم ألياف، ١٠,٠ مجم كالسيوم، ١٣,٠ مجم فوسفور، ٢,٠ مجم صوديوم، ١٦,٢ مجم مغنيسيوم، ٢٥٠,٠ مجم بوتاسيوم، ٠,٢ مجم حديد، صفر خارصين، ٠,١٣ مجم نحاس، ١١٠ وحدة دولية فيتامين أ، ١٠,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٥ مجم ثيامين، ٠,٠٦ مجم ريبوفلافين، ٠,٤٠ مجم نياسين، ٠,٢٦ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٠٣ مجم بيريدوكسين، ٨,٠ ميكروجرام حمض فوليك.

الكريز الحمضى: كل ١٠٠ جم تحتوى ٨٣,٧٪ ماء وتعطى ٥٨,٠ سعراً وبها ١,٢ جم بروتين، ٠,٣ جم دهن، ١٤,٣ جم كربوايدرات، ٠,٢ جم ألياف، ٦,٠ مجم كالسيوم، ١١,٠ مجم فوسفور، ٢,٠ مجم صوديوم، ١١,٥ مجم مغنيسيوم، ١٥١,٠ مجم بوتاسيوم، ٠,٤٠ مجم حديد، صفر خارصين، ٠,٠٩ مجم نحاس، ١٠٠٠ وحدة دولية فيتامين أ، ١٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٥ مجم ثيامين، ٠,٠٦ مجم ريبوفلافين، ٠,٤٠ مجم نياسين، ٠,١٤ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٠٧ مجم بيريدوكسين، ٨,٠ ميكروجرام حمض فوليك.

(Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية ceris، وبالألمانية Kirobhe، وبالإيطالية ciliegia، وبالأسبانية cereza.

(Stobart)

كرفس celery

الإسم العلمى *Apium graveolens* L

الفصيلة/العائلة: الخيمية

Umbelliferea/Apiaceae

الكرفس يستفاد منه كمحصول للسلطة فتستخدم سيقانه وأوراقه وتستخدم الثمار الجافة كتابل.

١) كمحصول للسلطة

تستخدم فى السلطات المختلفة وكمشهى فيوضع عليه جبن الكريمة أو زبدة السودانى فعنق الورقة يقطع أحياناً ويطبخ. وبعض الكرفس يستخدم فى الشوربة أو التخليل وتؤكل خاماً أو يعمل عصيراً مع غيره وقد يعلب.

وهو عادة يوضع فى حزم بها ٥ – ١٢ عنق ورقة. أما الكرفس اللفتى var *rapeceum* فهو أقل شعبية. وهو مستديم ومحصول فصل البرد وإن كان حساساً لدرجة الحرارة المنخفضة لمدة طويلة والنمو خلال السنة الأولى يعطى عناقيد من أعناق الورق

محكمة وأوراقه متصلة بساق منضغطة جداً. وأوراق الكرفس مقسمة ريشية ناعمة لها ست وريقات مثلثة تقريباً ولونها أخضر غامق وسويقة الورقة عريضة بها أخدود ومقعرة من الداخل والساق الذى يظهر فى السنة الثانية متفرع وبه أخدود. والنمو الخضرى المبكر ينتشر ولكن الأوراق الناتجة من القمة من الساق القصيرة تكون رؤوساً مضمومة ومطاولة. والجذر منتشر وليفى وكثير من جذور التغذية قرب سطح التربة. والنبات ينتج عناقيد مركبة أو خيمية من أزهار كاملة بيضاء صغيرة مع خمس بتلات وخمس سداة.

٢) الكرفس هو الثمرة الجافة والثمرة المنشقة بيضية منضغطة من الجانب وأحياناً لها سويقة والجزء من الثمرة الجافة المحتوى على بذرة واحدة mericarps عادة منفصلة بيضى منحنى قليلاً ١-٢مم × ٠,٥ - ١ مم ولونه خفيف إلى بنى زيتى وسطح الإلتقاء مسطح وسطح الظهر محدب وناعم مع خمسة أضلاع طولية. وفى القطاع العرضى فهذا الجزء mericarps خماسى متساوى الأضلاع والغلاف الثمرى الخارجى له بشرة مخططة والبشرة لها ثغور. والغلاف الثمرى المتوسط بارنشيمى له ٤-١٥ أنبوبة زيت أثنان منها على جانب نقطة الإلتقاء والحزم الوعائية الليفية توجد فى كل ضلع أولى والغلاف الثمرى الداخلى يتكون من طبقة من الخلايا مطولة مماسياً على جدر برتقالية صفراء إلى صفراء مخضرة.

والثمار لها عبير الكرفس ومذاقه. والمحصول يكوم فى أكوام صغيرة ويترك ليذبل ٢-٣ أيام ثم يدرس ويجفف فى ظل جزئى وبعد التذرية والنخل والتنظيف يجفف طبيعياً إلى ١٨٪ رطوبة ثم صناعياً على ٥٠ - ٩٠°م ثم يعبأ ويخزن فى حجرة جافة باردة.

التكوين الكيماوى والتغذوى لأعناق الأوراق

الكرفس محتواه منخفض من الدهن (٠,٦جم/١٠٠جم جزء مأكلة) فكل ١٠٠٠جم بها ٦,٣جم بروتين، ٢,١ جم معادن، ١,٤ جم ألياف، ١,٦جم كربوايدرات وتعطى ١٥٥ كيلو جول (٣٧ سعراً)، ٢٣٠ مجم كالسيوم، ١٤٠ مجم فوسفور، ٦٣ مجم حديد، ٣٩٩٠ ميكروجرام كاروتين، ٩ مجم ثيامين، ٠,٦٢ مجم فيتامين ج، ١,٢ مجم نياسين، ١١مجم ريبوفلافين وتعطى ٢٤٠ وحدة دولية فيتامين أ و ١٢٦مجم صوديوم ويختلف بإختلاف أطوار النضج. والسكريات الكلية والمختزلة فى الفصل تنقص من وقت الحصاد إلى نهاية التخزين.

أما البذور فتحتوى على (كل ١٠٠جم) ٦,٠ جم ماء، ١٨,١ جم بروتين، ٢٥,٣ جم دهن، ٤١,٣جم كربوايدرات، ٩,٣٢ جم رماد، ١١,٨ جم ألياف، (كذا) ١٧٦٧ مجم كالسيوم، ٤٥مجم حديد، ٤٤٠مجم مغنيسيوم، ٥٤٧مجم فوسفور، ١٤٠٠ مجم بوتاسيوم، ١٦٠ مجم صوديوم، ٧ مجم خارصين.

والزيت يبلغ ٢-٣٪ وبه سيدانوليد sedanolide وأندريد السيدانويك (١,٣٪) وهذه مسئولة عن الرائحة المميزة للزيت الذى يحتوى أيضاً د-ليمونين ٦٠٪، سيلينين ١٠ - ٢٠٪ والراتنج الزيتى يحتوى على ١٠٪ زيت متطاير وله لون أخضر فاتح.

وتستخدم البذور والزيت الطيار والراتنج الزيتي في الشوربة والصلصات والمخلل والبيض والسلطات ومنتجات الطماطم واللحوم. وملح الكرفس هو خليط من بذور الكرفس المطحونة وكلوريد الصوديوم ويستخدم في السلطات والسمك واللحم.

وهو يستخدم لأغراض طبية كمهدىء ومنشط ومدر للبول ومقوى ويؤدى إلى النوم. وللأجزاء المستخدمة للسلطة فإنه لايوجد طور محدد من النضج لحصد الكرفس وهى تقطع تحت سطح التربة ثم تغسل وتدرج وتعبأ وتبرد مبدئياً. والكرفس فى التخزين يمتص نكهات غريبة وقد تخزن فى الحقل فى حفر أو فى مخازن باردة ويحدث نقريات النضج أثناء التخزين وقد يبرد بالفراغ ويمكن أن يخزن لمدة ٢-٤ أسابيع على صفر°م و ٩٥٪ نسبة رطوبة.

الأسماء: بالفرنسية céleri، وبالألمانية Sellerie، وبالإيطالية seclara، وبالأسبانية stapia.

(Stobart)

كرفس (المناقع) common celery / smallage / wild celery

الإسم العلمى — *Apium graveolens*

الفصيلة/العائلة: الخيمية — Umbelliferae

بعض أوصاف

يصل فى الإرتفاع إلى ٠,٥ - ١ متر والأوراق مسننة ومجنحة وأزهارها صغيرة مخضرة والجذر كروى بحجم قبضة اليد.

الإستخدام

يؤكل طازجاً أو مطبوخاً وله مذاق عطرى ممزوج بحلاوة خفيفة يذكر بمذاق الجوز. والأوراق غضة عطرية. ويقطع الجذر ويمزج مع السلطة وكذلك يدخل فى عمل حساء الخضر وفى عمل الصلصات وتجفف أوراقه وتحفظ فى آنية محكمة.

وهناك أنواع تميل إلى الطول أفضل مذاقاً فى السلطات وسوق أوراقه نصف مبرومة قد تحشى بالجبن وتعمل منه صلصة أفرنجية تؤكل مع شرائح البطاطس المقلية وشرائح الجزر.

وهو يساعد طبياً فى علاج الروماتيزم والنقرس والإنقباض النفسانى والضعف العصبى والجنسى وتحضر منه سلطة تمزج بتفاح مبشور.

والمواد الفعالة : زيت طيار مع مادة التربنين terpenene ومواد هلامية ونشوية ومواد مدرة للبول.

(أمين رويحة والشهابى)

كرفس جنثى/كرفس لفتى (مصر) celeriac / turnip rooted celery

الإسم العلمى

A. graveolens var. *rapaceum*

والجنث هو الجذر الغليظ فالجذر غليظ ويؤكل مطبوخاً بعد نزع الجلد عميقاً وقد يؤكل مبشوراً.

الأسماء: بالفرنسية céleri-rave، وبالألمانية Knollensellerie، وبالإيطالية sedano-rapa، وبالأسبانية apionalso.

(Stobart)

كرفس الماء/قرة العين/جرجير الماء
water parsley/water parsnip

الإسم العلمي	*Sium latifolium*
الفصيلة/العائلة: الخيمية	Umbelliferae

تؤكل جذوره.

وهي مستديمة طويلة متفرعة لها شعر والأوراق ريشية هوائية عندما تنمو في مياه ضحلة مع أوراق مغمورة مقسمة ٢-٣ مرات إلى أقسام أصغر من الأوراق الهوائية والأزهار صغيرة بيضاء خيمية والبتلات الخارجية أكبر من الأخرى. وهناك ٥ سداة وقلمان. والثمار مسطحة وبيضية إلى مستديرة ولها أضلاع طولية.

(Everett)

كركديه karkadé / rosello

الإسم العلمي	*Hibiscus sabdariffa*
الفصيلة/العائلة: الحماضية	Oxalıdaceae

يزرع لكؤوس أزهاره اللحمية الحمراء حيث يحضر من منقوعها مشروب يستهلك ساخناً أو بارداً. وهو يحتوى على أحماض التمر الهندى وهذه تفيد فى الهضم وإزالة الحموضة. والشجرة تبلغ ٤-٦ قدم وتنمو من بذرة.

وهو كثير الأكسالات مما يساعد على تكوين الحصوات الكلوية.

ويحتوى على الكلورفيل وفيتامين ج والفوسفور والحديد والأنثوسيانينات.

ومشروبه مرطب ومنشط وهاضم ومنظف ومسهل ويعالج إلتهاب المفاصل والنقرس والروماتيزم وغيرها.

وهو يؤكل نيئاً مع السلطة ويضاف إلى حساء الاسفاناخ. ويمكن طبخه لوحده بالزبد أو الكريمة أو الزيت، ومع البيض ومن ورقه يحضر محشى لذيذ.

وإسمه بالفرنسية: L'oscille rouge.

(قدامه ، حسين عثمان ، Everett)

كركم carcuma / turmeric

الإسم العلمي	*Curcuma domestica* Val
الفصيلة/العائلة: زنجبيلية	Zingiberaceae

يحصل على الكركم من الريزومات والنبات عشبى مستديم قوى مع ساق قصيرة وأوراق معنقدة والريزومات لونها أصفر بنى تتكون من جزء بصلى مركزى يحمل عدداً من نبتات جانبية تشبه الأصابع. والمحصول يمكن حصاده بعد حوالى ٩-١٠ أشهر عندما تتحول الأوراق السفلى إلى اللون الأصفر. فتحفر الريزومات بعناية بالأيدى والقمة الورقية تقطع وتفصل الجذور. وتفصل جسيمات التربة بالهز أو بالإحتكاك ثم تغسل الريزومات فى الماء وتوضع فى أكوام صغيرة وتغطى بأوراق الكركم وتترك لتجف والأصابع أو السبراعم (أو الريزومات الأم) تفصل وتعالج وحدها. ومعالجة الكركم تشتمل الغليان أو المعالجة بالبخار ثم تجفف وتلمع. وهى تغلى لمدة ٤٥ - ٦٠ق حتى تصبح طرية ثم تبرد وتنشر لتجف فى الشمس.

وغليان الريزومات فى محاليل قلوية خفيفة (٠,٠٥ - ٠,١٪) يحول اللون فى قلب الريزوم إلى البرتقالى الأصفر المرغوب ومدة الغليان تؤثر كثيراً على الناتج النهائى. وبعد الغليان تجفف الريزومات فى الشمس لمدة ١٠-١٥ يوماً وهذا يبيض السطح وبعد التجفيف تصبح الريزومات صلبة وقَصِفه وتتكسر بصوت معدنى. ويعبع التجفيف التلميع وهذا يشمل تنظيف الجلد الخارجى والجذيرات من التربة العالقة مع فصل الريزومات ناعمة. والتلميع إما يجرى يدوياً أو فى إسطوانات. ويغطى الكركم بتقن من مسحوق الكركم لإعطاء لون أحسن. والريزومات المعالجة تخزن فى حفر تحفر فى موقع مرتفع وقاعها وجوانبها تبطن بـ *Saccharum spontaneum* (المعروف بإسم حشيش تريلو trellu) وحصر البالميرا palmyrah. وبعد ملء الحفر بالكركم تغطى بحصر وحشيش ثم بالتربة وقد تبقى لمدة سنة وهو يخزن فى أكياس خيش ويستعمل أساساً فى المطبخ ولكنه مهم فى مسحوق الكرى curry. ويستخدم أيضاً كملون فى الأقمشة والصناعات الدوائية. ونوع الكركم الأبيض يستخرج منه نشا ونوع زنجبيل مانغو يؤكل فى البنغال مثل البطاطا. (قدامه)

وهو يستخدم لتلوين أغلفة السجق والمرجرين ودهن التنعيم وكحبر لتعليم المنتجات.

(Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية safran d'Inde/curcuma، وبالألمانية Celbwurz Tunmerikwurzel، وبالإيطالية curcuma، وبالأسبانية curcuma.

(Stobart)

كرم

كرم/عنب — grapes

أنظر: عنب

كارامل — caramel

الكارامل منتج بنى أصله من مختلف السكريات عندما تسخن إما جافة أو فى محاليل مركزة ووحدها أو مع مضافات معينة. وهو يصمم على أنه مضاف غذائى أو يكون لتلوين و/أو تنكيه الأغذية. وفى بعض البلاد الإسم "كارامل" يحتفظ به للمنتجات المصنعة من سكريات فى غياب مركبات تحتوى النتروجين وهذه المنتجات تستخدم كمكونات للتنكيه. أما المنتجات الناتجة عن تسخين السكر مع مضافات تحتوى النتروجين فهى تسمى "ألوان سكر sugar colors" وتعمل كمضافات مُلَونة.

الأنمطة والمعايرة/ توحيد المقاييس
types & standardization

يسمح بإستخدام مضافات معينة فى إنتاج الكارامل ولجنة أخصائى مضافات الأغذية التابعة لهيئة الصحة العالمية وهيئة الأغذية والزراعة تعترف بثلاثة أنواع من الكارامل: ١- لون كارامل - صافى ك.ص CP ، ٢- لون كارامل عملية الأمونيا أو القلوى ك.ق AC. ٣- لون كارامل - عملية كبريتيت الأمونيوم ك.ك.أ SAC. ويتوقف ذلك على المضاف المستخدم فى تصنيعها. وقد قامت الجمعية التقنية الأوروبية للكارامل (ج.ت.أ.ك European Technical Caramel (EUTECA

Association والجمعية الدولية التقنية للكارامل (ج.د.ت.ك ITCA Technical Caramel Association بوضع مقاييس لخواص أربعة أقسام وعشرة أنواع للكارامل (الجدول ١).
وألوان الكارامل ٤(٥)-ميثيل إميدازول -(5)4 methylimidazol فى الأمونيا وكبريتيت الأمونيوم تسبب مشاكلاً. وهذا المركب الذى يتكون من السكريات والأمونيا أثناء تصنيع الكارامل هو زعاف عصبى قوى. ولهذا السبب فإن المتناول اليومى للكارامل المحتوى على أمونيا يطبق فى بعض البلاد ويمنع فى بلاد أخرى.

الخواص الفيزيقية physical properties

الكارامل له خاصية أنه بوليمر ويوجد ثلاثة مكونات بسيطة تسمى كاراميلان caramelan وكاراميلين caramelen وكاراميليين caramelin. وكارامل الأمونيا بجانب ذلك تحتوى ميلانويدين melanoidin وهذا لونه أكثر إغمقاقاً عن المكونات الثلاثة الأخرى المذكورة أعلاه وعلى ذلك فكارامل الأمونيا أكثرها شدة لون. ويتوقف على نقطة التكاهر/التأين أس pI فالكارامل يمكن أن يقسم إلى موجب أس pI ٥,٠-٧,٠، سالب أس pI ٤,٠ - ٦,٠ والروح أ س pI <٣,٠. و أس pI يحدد تطبيق الكاراميلات. ومتوسط الوزن الجزيئى للمركبات فى الكاراميلات هو مابين ٥٠٠٠ دالتون (كاراميلات موجبة كهربية) ، ١٠٠٠٠ دالتون (مركبات سالبة كهربياً) والخواص الأخرى المهمة هى جهد (الجدول ١) والذوبان فى الماء (ويجب أن تكون ذائبة تماماً) والكثافة النوعية (عادة مابين ١,٣١٥ إلى ١,٣٤٥) وشدة اللون (الجدول ١) أو قوة التلوين tinctorial strength ودليل الخضب hue index (يسمى الإحمرار redness) والنكهة والعبير. وهذان الأخيران خاصيتان حسيتان تتكونان من مكونين: المذاق ويأتى من الحموضة (يمكن تحويره) ومساهمة مذاق يرجع إلى طبيعة الكارامل (لايمكن تحويره).

الطبيعة الكيماوية chemical nature

نواتج الكرملة توزع بين إجزاء متطايرة وأجزاء غير متطايرة والأجزاء المتطايرة تتكون أساساً من الماء وأول أكسيد الكربون وثانى أكسيد الكربون والفورمالدهيد والأسيتالدهيد والميثانول والإيثانول. أما تكوين الجزء ذو الوزن الجزيئى المنخفض من الجزء غير المتطاير فيتوقف على نوع الكارامل. فالكارامل الصافى plain غير المتطاير يحتوى على السكريات الآتية: د-فركتوز، د-جلوكوز، كوجيبيوز kojibiose، مشابه المالتوز، نيجرور nigerose، سوفوروز sophorose، لاميناراببيوز laminarabiose، بانوز panose، المالتوز، جنشيوبيوز gentobios، سيلوبيوز cellobiose، ومشابه مالتوتريوز isomaltotriose وبضع سكريات oligosaccharides أخرى. وهناك عدد من الأحماض الكربوكسيلية منها حمض الفورميك والأحماض الدهنية العالية والسكسينيك والفيوماريك والبيروفيك والليفيولينيك والفيورانكاربوكسيليك furancarboxylic.

جدول (١): أقسام لون الكارامل تبعاً لكل من ج.ت.أ.ك EUTECA و ج.د.ت.ك ITCA.

القسم	نوع sort	النمط type	شدة اللون (E_M على ٦١٠ نانومتر)	أ.ص.ب.أ ($\times 10^3$)	المتبقي الجاف (٪)	٤-ميثيل إميدازول (مجم/كجم)	النتروجين الكلي (٪)	الكبريت الكلي (٪)	نتروجين-أمونيا (٪)	كب أ، (٪)
١	لون كارامل، صافي	ك ص - ١	٥ – ٣٥	٢ – ١٢	٥٥ – ٧٥	٢٥ >	٠,١ >	١٠,١ >	٠,٠١ >	٠,٠٠٥> (٠,١>)
		ك ص - ٢	٤٠ – ٨٠	١٥ – ٢٥						
٢	لون كارامل، كبريتيت قلوي	ك ك ق - ١	٤٠ – ٨٠	١٥ – ٢٥	٦٢ – ٨٢	٢٥ >	٠,١ >	٠,١٥–٢,٥	٠,٠١ >	٠,١٥>
٣	لون كارامل، أمونيا	أ ك - ١	٦٠ – ٩٠	١٦ – ٢٤	٥٥ – ٧٥	٢٠٠ >	٠,٣> { ٣,٠–٠,٥	(٠,٧>)	٠,٥ >	٠,٠١٥> (٠,٠٢>)
		أ ك - ٢	١٠٠ – ١٤٠	٢٧ – ٣٧,٥			٥,٠–٠,٥			
		أ ك - ٣	١٥٠ – ٢٠٠	٤٠ – ٥٤			٦,٥–١,٥ }			
٤	لون كارامل، كبريتيت أمونيوم	س أ ك - ١	٣٥ – ٧٠	٨ – ١٦	٥٥ – ٧٥	٠,١–١,٣	(٠,٧>) { ٠,٣–٢,٠	٠,٣	(٠,٥>)	(٠,١>) { ٠,٠٨
		س أ ك - ٢	٧٥ – ١٠٠	١٧,٥ – ٢٣		٠,٥ – ٢,٨	٠,٨–٣,٢	٠,٥		٠,١٢
		س أ ك - ٣	١٠٥ – ١٥٠	٢٢,٥ – ٣٧		٠,٨ – ٢,٨	١,٠–٤,٠	٠,٨		٠,١٥
		س أ ك - ٤	٢١٠ – ٢٧٠	٤٠ – ٥٢	٤٧ – ٥٧	٢,٠ – ٤,٠	١,٠–٥,٠ }	١,٥		٠,٢٨ }

القيم مابين الأقواس هي مقترحات هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية عام ١٩٨٠. والمحتوى المسموح به للمعادن في الكارامل تبعاً لمقاييس هـ.أ.ز.

هـ.ص.ع هو كلي ٢٥ : نحاس ٢٠ ، رصاص ٥ ، أستاتين ٣ ، وزنبق ٠,١. E_M معامل الخفض extinction الجزيئي. أ.ص.ب.أ = إتفاق صانعي البيرة الأوروبيين.

والأوكساهيتيروسيكلات oxaheterocycles ممثلة بـــ : ٢-فيورالدهايـــــــد 2-furaldehyde ، ٥-(أيدروكسى ميثيـــــل)-٢-فيورالدهايـــــــد 5-(hydroxymethyl)-2-furaldehyde ، ٢،٣-ثنائى أيدرو-٤-أيدروكســى-٥-ميثيــل فيــوران-٣-وان 2,3-dihydro-4-hydroxy-5-methyl-furan-3-one ، ٢،٣-ثنائـــــــى أيــــــدرو-٤-أيدروكســى-٢-(أيدروكســى ميثيــل)-٥-ميثيــل فيــوران-٣-وان 2,3-dihydro-4-hydroxy-2-(hydroxymethyl)-5-methylfuran-3-one ، إيثيـــــر بيــس-(٥، ٥-فورميـــل فيرفيوريــــــل) bis-(5,5-formyl furfuryl) ether ، و٢، ٣-ثنائى أيدرو-٣، ٥-ثنائى أيدروكسى-٦-ميثيل-٤H-بـــــــــــيران-٤-وان 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one.

كمـــا أن هنـــاك مركبــات أليفاتيـــــة كربونيليـــة aliphatic carbonyl مثـل جلوكــو ريدكتــون gluco reductone (٢-أيدروكسى بروبانديـــال 2-hydroxypropandial) وبيروفالدهـــــــــايد ومركبات كربونيـــــــل غير مشبعـــــة فـــى α، β α,β unsaturated carbonyl compounds.

وتوجــد مركبــات أخــرى ناتجـــة عـــن الإرتـــداد reversion والبلمـــرة غـــير معروفـــة الهويـــة uncharacterized. والجــزء منخفــض الـــوزن الجزيئى من الكارامـــــل القلـــوى caustic caramel يحتــوى علــى ٥٠ مكونــاً تقريبـــــاً. وكارامل الأمونيا يحتوى فى هذا الجـزء كميــة معينـــة مـــن ٤(٥)-ميثيـــل إميـــدازول 4(5)-methylimidazole ، ٢-أســــــــــيتيل-٤(٥)-(١، ٢، ٣، ٤-ربـــــاعى أيدروكســـى بيوتيـــــل) إيميـــــــــــــدازول 2-acetyl-4(5)-(1, 2, 3,4-tetrahydroxybutyl) imidazole ، و٣-أيدروكسى-٦-ميثيـل بـيريدين 3-hydroxy-6-methylpyridine بجانب ١٤٣ مكوناً أخرى.

أما الجزء غير المتطاير ذو الوزن الجزيئى المرتفع من الكاراملات الصافية فيتكون من ١، ٦-أنـهيدرو-α-د-جلوكوز 1, 6-anhydro-α-D-glucose وكـاراملان caramelan. ويتكــون فــى التفــاعل الظاهر فى المعادلة (١)

$$٦\,\text{ك}_{١٢}\text{يد}_{٢٢}\text{أ}_{١١} \xrightarrow{-١٢\,\text{يد}_{٢}\text{أ}} ٦\,\text{ك}_{١٢}\text{يد}_{١٨}\text{أ}_{٩} \qquad (١)$$

وكـــاراميلين caramelen وينتــج مـــن التفـــاعل الموجود فى المعادلة (٢)

$$٦\,\text{ك}_{١٢}\text{يد}_{٢٢}\text{أ}_{١١} \xrightarrow{-١٨\,\text{يد}_{٢}\text{أ}} ٢\,\text{ك}_{٣٦}\text{يد}_{٤٨}\text{أ}_{٢٤} \qquad (٢)$$

وكـــاراملبين caramelin وينتـــج عـــن التفـــاعل الموجود فى المعادلة ٣

$$٦\,\text{ك}_{١٢}\text{يد}_{٢٢}\text{أ}_{١١} \xrightarrow{-٢٧\,\text{يد}_{٢}\text{أ}} ٣\,\text{ك}_{٢٤}\text{يد}_{٢٦}\text{أ}_{١٣} \qquad (٣)$$

وتركيباتها لازالـت غير معروفة والبوليمر يتكـون مـن وحدات حلقة فيوران furan.

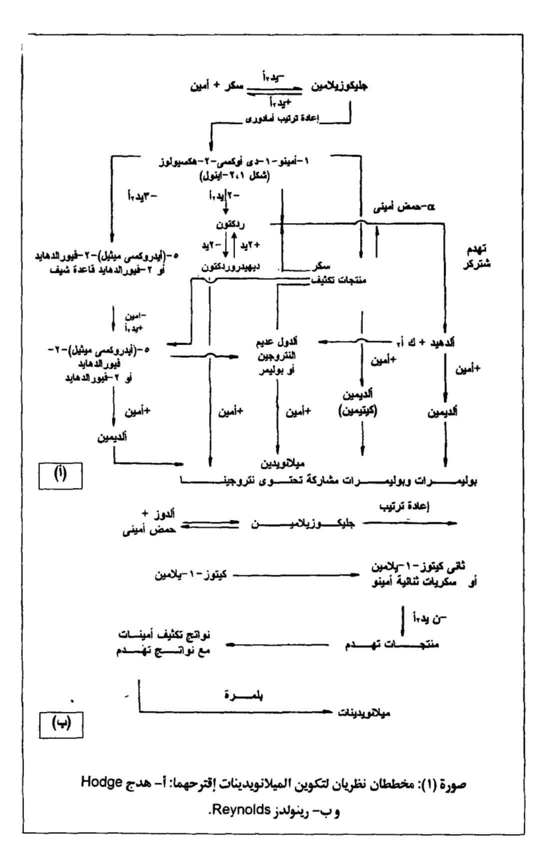
وتـأويل العمل علـى كربــون ١٣ للكــارامل الصــافى يــؤدى إلى أن هنـــاك ٨-٩٪ كربونيـــل carbonyl وذرات كربـــون ألدهـــايد ، ٧ - ٧,٧٪ ذرات كربـــون فى مجموعات أستر ، ٣٣-٣١٪ ذرات كربون حلقـى متغــــــــــاير heterocyclic ، و ٥٢,٤ - ٥١,٢٪ مجموعـات الكــايل alkyl مَرتبطـة إلىَ ذرة كربــون وأكسجين. كما يمكـن إستنتاج أن نظام الفيـــوران يسود بين أنظمة الحلقة المتغايرة heterocyclic الموجودة فى الكارامل.

وهناك خطوتان متتابعتان يمكن تمييزهما فى تكوين الكاراملات بدون مشاركة أى من الأمونيا أو كبريتيت الأمونيوم أو الأمينات أو الأحماض الأمينية وأملاحها والتى يمكن أن تستخدم أيضاً كحافزات. وهى تفاعلات هدمية degradation تؤدى إلى مكونات عديمة اللون أو صفراء. أولا يخرج ماء وثانى أكسيد كربون وتتكون مشتقات فيوران (٢-فيورالدهايد من البنتوزات و ٥-(أيدروكسى ميثيل)-٢-فيورالدهايد من الهيكسوزات). وتعتمد هذه الخطوة على كل من درجة الحرارة والزمن ويلعب الأكسجين الجوى دوراً فى المرحلة الأخيرة. وهذا يتبعه خطوة ثانية، تفاعلات بلمرة أو تكثف مكونة مركبات ملونة جداً (كاراميلان caramelan وكاراميلين caramelen وكاراميلين caramelin بجانب مبلمرات الفيوران furan).

الميلانويدينات melanoidins هى أهم مكونات الكاراملات المصنعة بواسطة مضافات تحتوى نتروجين قاعدى وتركيبها غير معروف. وإن كان هناك علامة/دليل evidence – على الأقل جزئياً – أن لها تركيب أميد amide. بجانب أنها تحتوى على أليكترونات غير زوجية أى أن لها خاصية الشق الحر free radical. وهناك تشابه كبير بين هذا المركب والأحماض الهيومية humic acids الناتجة من تفاعل مايارد Maillard reaction. وهناك مخططان لتكوين الميلانويدينات مقترحان بواسطة هدج Hodge (الصورة ١-أ) ورينولدز Reynolds (الصورة أ-ب) ويختلفان فى عدد الخطوات فى الطريق من التفاعل المبدئى بين السكر والأمين لإعطاء جليكوزيلامين والناتج النهائى الميلانويدين. والدراسات الحديثة بينت أن إحتمال أن يكون تهدم شتركر Streckar كأحد العمليات يجب رفضها.

تحليل الكارامل analysis of caramel

إستخدام الكارامل يُحَدْ بنَمَطِه والذى يؤثر على إستخدامه فى الغذاء. فمثلاً كارامل قد يترسب عندما يتصل بمنتج معرض للتلوث كنتيجة لإزالة الشحنة الكهربية للتجمع الغروى/مُثَيِّلَة الكارامل. ونمط وجودة الكارامل قد تعرف بسهولة بواسطة إختبارات حمض السيتريك والكحول واللاساني Lassaigne (الجدول ٢). ولكن تكوين الكارامل المعقد يجعل التفرقة مابين الأنماط صعباً مالم تستخدم طرق تحليلية مشتركة. وهذه تشمل كروماتوجرافيا محاليل مخففة من الكارامل ثم إنتشراد كهربى رفيع الطبقة وكروماتوجرافيا إستبعاد الحجم size exclusion chromatography. وعلى ذلك المعايرة/التقييس standardization للكارامل قد يتطلب تحديدات/تعيينات determinations أخرى كثيرة للمكونات الكيماوية وكذلك الأجزاء، كما هو مبين فى جدول (٣). وهذا الجدول يبين خواص متعددة لأنماط خاصة من الكارامل المصنع من السكروز ومن الواضح أن إثنين من ١ كارامل صافى-٢ CP-2 I مذكوران فى الجدول يختلفان فى معظم خواصهما.



صورة (١): مخططان نظريان لتكوين الميلانويدينات إقترحهما: أ- هدج Hodge و ب- رينولدز Reynolds.

جدول (٢): إختبارات أنماط خاصة من الكارامل.

نوع الكارامل [1]	الإختبار: حمض السيتريك ب،ج	الإختبار: كحول ب،ج	الإختبار: لاسالى	نوع الكارامل [1]	الإختبار: حمض السيتريك ب،ج	الإختبار: كحول ب،ج	الإختبار: لاسالى
كارامل الروح				كارامل البيرة			
١ أ	+	-	-	٣ أ	-	±	+
١ ب	-	-	-	٣ ب	-	-	+
١ ج	+	-	-	٣ ج	-	+	+
كارامل غير امونيومى				كارامل للمشروبات الخفيفة			
٢	+	-	-	٤ أ	-	+	+
				٤ ب	-	+	+

أ: إرجع إلى الجداول ١، ٣ لتقسيم الأنماط. ب: تكوين راسب. ج: الذوبان فى حمض سيتريك-جلوتامات أحادى الصوديوم على جهـ ٢,٥. د: الذوبان فى ١٣ : ٧ (حجم / حجم) إيثانول-ماء.

جدول (٣): خواص تحليلية لبعض الأقسام والأنواع sorts والأنماط types وتحت المجموعات لألوان الكارامل.

الخواص	نمط (الكربوايدرات ، مضاف): ١ أ (سكروز، كربونات صوديوم)			١ ب (سكروز، حمض)			٢ (سكروز، كبريتيت الصوديوم)
	ك ص-٢	ك ص-١	ك ص-٢	ك ص-١	ك ص-١	ك ص-١	ك ك ق
جـهـ	٣,٧	٣,١	٣,١	٣,٦	٣,٩	٣,٥	٣,٠
التعادل							
إختبار حمض التنريك	+	+	+	+	-	-	+
إختبار الكحول	-	-	-	-	-	-	-
شدة اللون (ع سى)	٦٥	٣٢	٧١	٢٩	٣٨	٢٩	١٠٠
مادة جافة (٪)	٦٥,٢	٦٩,٦	٦٤,١	٧٤,١	٧٠,٣	٧٢,٨	٩٥,٠
رماد (٪)	٠,٥٥	١,١٦	٠,٤٧	٠,٠٩	٠,٣٨	٠,٠٦	٠,٠٧
الصوديوم (مجم/كجم)	١٨٢٥	٢٣٩٨	١٨٥٦	١٢٦	١٤٢٢	١٥١	٥٧
ثانى أكسيد الكبريت (مجم/كجم)			غير موجود				٦٦
كبريتات فى الرماد (٪)			غير موجود				
نتروجين كلى (٪)	٠,٠٨		غير موجود				
نتروجين قلوى (مجم/كجم)			غير موجود				

تابع: جدول (٣)

الخواص	نمط (الكربوايدرات ، مضاف)						
	١ أ (سكروز، كربونات كالسيوم)			١ ب (سكروز، حمض)			٢ (سكروز، كبريتيت الصوديوم)
	ك ص-٢	ك ص-١	ك ص-٢	ك ص-١	ك ص-١	ك ص-١	ك ك ق
حمض فورميك (مجم/كجم)	٤٥٥	٥٧٧	٦٦٤	٢٤٩	٣٨٤	٣٤٣	٢٠٠
جلوكوز (٪)	٣,٧	١٤,٥	٩,٣	٢٤,٨	٧,٠	١٦,٦	٢,٣
سكروز (٪)	٠,٦	غيـــــر موجـــــود				٠,٨	غيرموجود
فركتوز (٪)	٣,١	١١,٢	٧,٩	١٥,٦	٢,٠	٣,٨	٠.٤
٤-ميثيل إميدازول (مجم/كجم)	غيـــــر موجـــــود						
جلوكوريدكتون (٪)	٠,١٥	٠,٢٣	٠,٢٥	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,١٨
تحليل نفاذية الجل							
اللون بين حس	٠,٥–١,٧٥	٠,٣٩–١,٦٦	٠,٣٦–١,٦٥	٠,٠٦–١,١٣	-٠,٠٢–١٠,٧	-٠,٠٢–١,٠٢	-٠,٠٥–١,٣٩
الحد الأقصى عند حس	٠,٩٨	٠,٩١	٠,٩١	٠,٣٥	٠,٣٢	٠,٣٢	صفر
	١,٣٢	١,١٦	١,١٦	٠,٨١	٠,٦١	٠,٨٤	٠,٥٥
				٠,٩٦	٠,٨٦		١,٠٩
الحد الأدنى عند حس	١,١٨	١,٠٢	١,٠٢	٠,٧٤، ٠,٨٧	٠,٥٦، ٠,٧٧	٠,٧٣	٠,٩١

الخواص	٣ أ (سكروز، كربونات أمونيوم)			٣ ب (سكروز، أمونيا)		
	أ ك ٢	أ ك ٣	أ ك ٢	١ ك ١	١ ك ١	١ ك ٢
جهد	٤,٧	٥,٦	٥,٧	٥,٣	٤,١	٤,٥
التعادل		+	+	+	+	
إختبار حمض السيتريك	–	–	–	–	–	–
إختبار الكحول	–	+	+	–	–	-
شدة اللون(ع٥٦٠)	١٠٨	١٩٤	١١٣	٧٩	٨٦	٩٩
مادة جافة (٪)	٦٣,٤	٩٣,٦	٧٠,٥	٦٠,٩	٦٢,٦	٦٤,١
رماد (٪)	٠,٣	٠,٥٨	٠,٢٧	٠,٣٦	٠,٤٥	٠,٣٨
الصوديوم (مجم/كجم)	١١٩٨	١٦٨٨	–	١٢٦٥	١٣٥٥	٩٥٣
ثاني أكسيد الكبريت (مجم/كجم)	غيـــــر موجـــــود					
كبريتات في الرماد (٪)	غيـــــر موجـــــود					
نتروجين كلي (٪)	٤,٧٣	٦,٧	٢,٥	٤,٧	٤,٩٥	٤,٤٥
نتروجين قاعدي (مجم/كجم)	٢٤٠	١٦٩٠	غيرموجود	٢٥٠	١٨٠	٢٢٠
حمض فورميك (مجم/كجم)	٦٧٣	٤٩١	٢٩٦	٥٤٢	٤١٥	٦٧١

تابع: جدول (٣)

الخواص	١٣أ (سكروز، كربونات أمونيوم)			٣ب (سكروز، أمونيا)		
	أ ك ٢	أ ك ٣	أ ك ٢	١ ك ١	١ ك ١	١ ك ٢
جلوكوز (٪)	٢٣,٠	٣,٥	١٠,٠	٢٥,٨	٢٣,٧	١٦,١
فركتوز (٪)	١٠,٩	غيرموجود	٨,٠	١٠,٧	٨,٩	٥,١
سكروز (٪)	١,٧	غيرموجود	غيرموجود	غيرموجود	٥,٤	٣,١
٤-ميثيل إميدازول (مجم/كجم)	١٢٨	١١٩	٥١	١١٨	١٥١	٤٧
جلوكوردكتون (٪)	٠,٥٤	٠,٥٣	٠,٤٤	٠,٥٤	٠,٦٢	٥٤
تحليل نفاذية الجل						
اللون بين ح.س	١,٦٦-٠,٩٩-	١,٧٥-٠,٧٠٧-	١,٦٩-٠,٠٩-	١,٨-٠,٤١	١,٧٣-٠,٣٩	١,٦١-٠,٥٤
الحد الأقصى عند ح.س	صفر	صفر	صفر	٠,٨٤	٠,٩١	٠,٩٧
	٠,٩٣	٠,٨٩	٩٣	١,٣٠	١,٣٤	١,٢٧
	١,٢٣	١,١٨	١,٢٣			
الحد الأدنى عند ح.س	٠,٠٧	٠,٢٥	٠,٠٩	١,٠٢	١,٠٤	١,١١
	١,٠٥	١,٠٥	١,٠٥			

الخواص	٤أ (سكروز ، كبريتيت الأمونيوم)		
	س أ ك ٢	س أ ك ٣	س أ ك ٢
جـهـ	٤,١	٥,٨	٣,٩
التعادل		+	
إختبار حمض السيتريك	-	-	-
إختبار الكحول	+	+	+
شدة اللون(٤عس)	٧٨	١٢٣	٩٨
مادة جافة (٪)	٦٥,٠	٦٨,٣	٦٨,٤
رماد (٪)	١,٨	٢,١٨	١,٩٦
الصوديوم (مجم/كجم)	٥٢٣٠	٥٣٠٧	٥٥٤٠
ثاني أكسيد كبريت (مجم/كجم)	٣٦٩	٣٣٧	٢٣٤
الكبريتات في الرماد (٪)	٤٩,٦	٦٧,١	٥٤,٥
النتروجين الكلي (٪)	١,٣٥	١,١٧	١,١٧
النتروجين القاعدي (مجم/كجم)	٢٦٠	١٥٠	٢٨٠

الخواص	٤أ (سكروز ، كبريتيت الأمونيوم)		
	س أ ك ٢	س أ ك ٣	س أ ك ٢
حمض فورميك (مجم/كجم)	٢٧٧	٤٣٨	٣٩٣
جلوكوز (٪)	٢٨,٨	٣١,٤	٢٨,٥
فركتوز (٪)	٣,٨	غيرموجود	غيرموجو
سكروز (٪)	١٢,٠	غيرموجود	غيرموجو
٤-ميثيل إيميدازول (مجم/كجم)	١١٧	٤٠	٣٧
جلوكوردكتون (٪)	٠,٠٧	٠,٠٩	٠,٠٩
تحليل نفاذية الجل			
اللون بين ح.س	١,٣٩-٠,٠٢-	١.٣٤-٠,٠٤-	٣٩-٠,٥٥-
الحد الأقصى عند ح.س	صفر	صفر	صفر
	٠,٣٠	٠,٢٧	٠,٢٧
	٠,٩٨	٠,٩٣	٠,٩٣
الحد الأدنى عند ح.س	٠,٠٩	٠,٠٧	٠,٠٩
	٠,٩٣	٠,٩١	٠,٩١

ح.س : عامل الإحتفاظ على سيفاروز ج١ - ٦ب retention factor on Sepharose C1 - 6B (محسوب من أحجام محتفظة من مكونات الكارامل بالنسبة لـ دكستران أزرق وبيكربونات الصوديوم.

وهذه الإختلافات قد تنتج من صعوبات فى ضبط عملية التكرمل والتى تميل إلى أن تكون وهمية.

وتقدير أس قد يجرى بواسطة الإستشراد الكهرى وإختبار التلبد بالتانين وعوامل أيونية نشطة سطحياً (مقياس صناعى تقريبى) وإختبار الجيلاتين وإختبارات أخرى أكثر تخصصاً.

عزل وفصل الكاراميلان والكاراميلين والكاراميليين caramelin يمكن أن يحقق بالنث dialysis أو بالترشيح الكهربى خلال غشاء مبادل أيونى أو بتقدير الذوبان فى مذيبات مختلفة (٨٤٪ إيثانول مائى، ١-بروبانول) والتجزئة بالترشيح خلال جل والإمتزاز على تشاركول أو بإستخدام مبادلات أيونية موصى به أساساً لنزع وفصل كل المادة الملونة من الكارامل. وتظهر الراتنجات الأيونية إختيارية خاصة نحو الكاراميلان والذى يمتز تاركاً كاراميلين وكاراميليين caramelin فى حالة عدم إمتزاز.

وتقدير ٤(٥)-ميثيل إيميدازول فى كارامل الأمونيا يشتمل تقنيات كروماتوجرافية. وبذا فمستخلصات من الكارامل تظهر على ألواح سيليكاجل مغطاه بـ ف٢٥٤ F_{254} بإستخدام مخلوط من ٤ : ١ : ١ إيثير-كلوروفورم-ميثانول (نيتريت الصوديوم مع حمض السلفانيليك تستخدم للرش).

وكروماتوجرافيا غاز-سائل تشتمل على أعمدة مرصوصة بـ ١٠٪ كربوشمع carbowax ٢٠م 20M مع ٢٥٪ أيدروكسيد بوتاسيوم على CPLA (٨٠ - ١٥٠ فتحة mesh).

وهناك عدة طرق لتحديد الكارامل فى الأغذية (الجدول ٤). وقد تم تطوير طرق فيزيقية مؤسسة على كروماتوجرافيا إستبعاد الحجم size exclusion chromatography وقياس الطيف فى مناطق الأشعة البنفسجية والمرئية.

تطبيقات الكارامل

applications of caramel

تقسيم الكارامل إلى أربعة أقسام ينتج عن خواصه وعن إستخداماته المزعومة فى الأغذية وعلى ذلك فالكارامل من قسم ١ (ك ص-١ CP1) I، (ك ص-٢ CP2) هو مصمم كمضاف للكحولات والبراندى والحلويات والمواد الطبية والبسكويت والفطائر والعبير والتوابل. وكارامل من قسم ٢ (ك ك ق ١ CCS-I) II له تطبيقات محدودة لأنها تستخدم لكحولات خاصة كمنكه أكثر منها عامل تلوين. وقسم ٣ كارامل (ك أ-١ ، ك أ-٢ ، ك أ-٣) يستخدم كلون فى البيرة والنتيشة والخبز والبسكويت والفطائر والشوربة والصلصات والمعلبات واللحم والطباق وبعض التوابل. وأخيراً القسم ٤ كارامل (س ك إلى س أ ك-٤) هو ملون لأنماط مشروبات الكولا والمشروبات الخفيفة والفرموت والخل. وإستخدام الكارامل لأغراض غير غذائية هامشى.

ونقطة التكاهر والقوة التلوينية هما أهم شىء فى إختيار الكارامل لغرض معين وإن كانت النكهة خاصية هامة. وإختيار الكارامل غير الصحيح يمكن أن يحدث سديماً فى المشروبات وتلبداً أو ظلالاً غير موحدة فى المنتجات النهائية. وكارامل البيرة (القسم ٣) يجب أن يتحمل التخمر وتكوين التجمعات الغروية/مُذَيْلات micelles للكارامل خاصة محتواها من الكالسيوم وهو عامل آخر يمكنه أن يسبب عكارة فى بعض المشروبات (المنهاة

بالكارامل). والكارامل يسرع فى تعتيق البراندى (٠,٢٪ حجم/حجم). والأسبارتام فى المشروبات يثبت بإضافة الكارامل. والمطبخ الشرقى يستخدم الكارامل فى تلوين وتنكيه الشوربة والهاموم gravies والصلصات مثل صلصة الصوية (شويو).

جدول (٤) طرق تحديد الكارامل فى الغذاء.

المفاعل	المظهر
ريزورسينول + حمض كلورودريك وإيثير أو أسيتون	لون أحمر فى الإيثير بنفسجى أحمر فى الأسيتون.
بارالدهايد + كحول مطلق	راسب بنى بعد ٢٤ ساعة والذى يتفاعل مع أيدروكلوريد فينيل هيدرازين لإعطاء مادة صلبة غير ذالبة فى حمض الكلورودريك ولكن تذوب فى الأمونيا والقلوى.
كبريتات الأمونيوم فى ٩٦٪ إيثانول	لون أصفر إلى بنى.
تانين + حمض كبريتيك	مادة صلبة بنية فى خلال ٢٤ ساعة.
١-بنتانول جاف	راسب.
فلوريدين أو تونسيل أو تربة فولر Fuller's earth	إزالة اللون فى محاليل مائية أو إيثانول فى الكارامل ثم تقدير اللون فى اللون الناتج.
١٪ كلوريد القصديروز (ق كل$_2$) + خلات بوتاسيوم	لون أصفر خفيف وراسب.
بياض بيض طازج	لون بنى إلى برتقالى.
حمض بيروجاليك فى حمض أيدروكلوريك	راسب أحمر غامق.
بو$_2$كب أ$_4$ + قطن زجاجى	بالغلى لمدة ١٠ ق يتكون لون برتقالى خفيف.
فينول أو ٢- نافتول	يتكون لون أحمر بنى مباشرة (فينول) أو بعد ٣٠ق (٢-نافتول).

مصادر التصنيع sources of manufacture

يزمع البعض أن جودة الكارامل تعتمد على مصدره بين عوامل أخرى بينما يزمع البعض الآخر أن معالم التكرمل (بما فيها المضافات الحفزية) هى المسئولة عن جودة الناتج النهائى. وبالطبع فوجود الأحماض الأمينية والبروتينات والأحماض الأيدروكسية تساهم بنكهة إضافية وبعض الخواص الحسية العضوية الأخرى فى الناتج النهائى. وبعض هذه الإضافات لها دور حافز فى تكوين المكونات البنية فى الكارامل وهناك علاقة مابين د-جلوكوز وتماسك الكارامل فـ د- جلوكوز يقلل الإسترطاب والمالتوز ليس له أى تأثير عليه.

والسكروز وكذلك الجلوكوز والفركتوز مصادر أولية للكارامل. وتكرمل السكريات المختلفة أسهل من السكريات غير المختزلة وطريقة تحضير السكر للتكرمل له تأثير على عملية الكرملة فالسكر من الكربنة carbonation أحسن من السلفنة sulphination حيث الكربونات المتبقية تحفز التكرمل أحسن من الكبريتيت.

والسكريات الأحادية والثنائية لاتستخدم كثيراً. ودبس السكر يصلح للون مكوناته البني. ولكن به بوتاسيوم عالٍ. كما أن لزوجة الكارامل الناتج غير مرغوبة والسكروز والسكر المحول والـ د-جلوكوز مصادر غير مرغوبة لأسباب إقتصادية وسياسية. أما بضع السكريات وعديد السكريات والتي تتحلمأ بالأحماض أو القواعد أو الإنزيمات فهي مصدر ثابت جداً للكارامل. والذرة والكاسافا والساجو ونشا البطاطس وهدر النشا يمكن إستخدامها. وشراب النشا من الحلمأة الأنزيمية يعطي كاراملات لها ميل أكثر للتبلر نظراً لمحتواها الأعلا من الدكسترينات بعد الحلمأة الحمضية. وتسخين النشا في أوعية مقفلة بالموجات القصيرة/الدقيقة يسبب حلمأتها مع تكرمل المحلمأ. أما النتيشة وكربوايدرات فول الصويا فقد إهتم بها لأنها تحتوى ٧٥ - ٨٢٪ سكريات مختزلة.

المضافات والحوافز في التكرمل

additives & catalysts of caramelization

تكرمل السكريات الصافية ينتج مواد نكهة أكثر من كارامل تلوين وبعض المضافات يسرع التكرمل مؤثراً على نكهة وقوة تلون الكارامل إما كمفاعلات أو حوافز. وإستخدام المضافات الآتية ممكن:

أحماض: خليك وسيتريك وفوسفوريك وكبريتوز وكبريتيك وكربونيك ، القواعد: أمونيا وأيدروكسيدات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم الأملاح: الكربونات، الأيدروجين وكربونات (بيكربونات) والكبريتات والكبريتيت أو فوسفات الأمونيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم. والمضافات القلوية تحفز تكرمل الفيورانوزات بكفاءة أكثر عن البيرانوزات. وقد تم إختبار بعض مركبات الصوديوم خاصة الأحماض الأمينية وأملاحها الصوديومية والبوتاسيومية والمغنيسيومية والكالسيومية والتورين وحمض السلفانيليك وربما كانت هامة لأن أكفأ حافز وهو الأمونيا يعطي كاراملاً ملوثاً بالزعاف العصبي ٤(٥)-ميثيل إيميدازول.

وقد درس التحفيز بواسطة الموجات القصيرة/ الدقيقة وإشعاعات γ أو فوق رقائق الأصوات بدون نتيجة حساسة. والأشعة فوق البنفسجية وإشعاعات γ تعطي تكسر الشقوق الحرة للكربوايدرات إلى ماء وثاني أكسيد كربون وعدداً من مركبات الكربونيل (الألدهيدات والكيتونات وأحماض الكربوكسيل). وفي حالة الكاراميلات التي لها قوة تلوين فقيرة (القسم ١ ك ص-١ ، ك ص-٢) تمت محاولات لزيادة مقدرته التلوينية بخلط كاراميلات معدة التصنيع مع بعض المضافات. ومن بين المضافات الممكنة التي تعزز قوة تلوين الكارامل أختير: أيدروكسيد المغنيسيوم والكالسيوم وفوسفات الكالسيوم وكذلك أكاسيد المغنيسيوم والكالسيوم والخارصين والكوبلت(٢). وأحسنهم ثاني أكسيد المغنيسيوم ولكن تطبيقه له قيمة محدودة فزيادة

قوة التلوين للكاراميلات الصافية له بعض الحدود لغياب الميلانويدات الملونة ذات اللون الكثيف وتأثير أكسيد المغنيسيوم يبدو أنه تحوير في تركيب تجمع الغرويات/مُذَيْلات للكارامل الصافي. وهذا التأثير يمكن من تجفيف أكثر للكاراميلان caramelan إلى الكاراميلين caramelen والكاراميليين caramelin الأكثر إغمقاقاً. وقد أقترح إستخدام الترشيح فائق الدقة والطرد المركزي مع كروماتوجرافيا إستبعاد الحجم size exclusion chromatography وكذلك أعمدة تبادل الأيونات كطرق لزيادة القوة التلوينية للكارامل ولكنها لم تطبق على الناحية الصناعية.

التحضير والتصنيع

preparation & manufacture

التغيير في مصادر التكرمل يسبب قدراً كبيراً من التجريبية في هذه التقنية. وعموماً فإن المركبات التي تستخدم تعتمد على درجة حرارة العملية ومدتها وتركيز المتفاعلات. وزيادة لون الناتج يتناسب مع زمن العملية.

وهناك أربعة أوجه للتحليل الحراري تؤثر على التكرمل وكلها وجدت تطبيقات صناعية عملية:

١- تحليل حراري *للسكريات الصافية* أعلا من درجة حرارة إنصهارها وهذه يمكن إجراؤها تحت ضغط عادي أو ناقص أو معزز/زائد. والأخير يستعمل عندما يكون الشراب الذي يكرمل من حلماة النشا وينزل الضغط بعد إبتداء العملية. وتكمل العملية تحت الضغط العادي لتكوين كل اللون واللزوجة والخواص الحسية العضوية المرغوبة. وتتراوح درجة الحرارة مابين ١٨٠ - ٢٥٠°م. والأكسجين يبطيء العملية في المراحل الأخيرة من العملية وأثره على قوة تلوين المنتج النهائي غير موحد ويتوقف على المصدر. ومنع النتروجين يؤثر إيجابياً على مقاومة الحمض وذوبان المنتج النهائي.

٢- التحليل الحراري في وجود حافز: هنا يسمح لدرجة حرارة التكرمل أن تنخفض إلى ١٢٠ - ١٣٠°م. وزيادة درجة الحرارة عن هذا المعدل ينقص قوة تلوين الكارامل ويكون نكهة حمضية.

٣- التحمل الحراري في وجود أحماض معدنية أو قلويات: هذه المضافات تحلميء بضع السكريات والتي تزداد تكرملاً. وهذه العملية تحتاج إلى درجات حرارة أقل من الموجودة تحت (١). ويمكن إستعمال زيادة الضغط.

٤- التحليل الحراري مع الأمونيا وأملاح الأمونيوم والأحماض الأمينية وأملاحها والبروتينات وعديد الببتيدات. وهذه الكاراميلات تحتوى مكونات نتروجينية حلقية متغايرة heterocyclic (إيميدازول وبيرولات وبيرازينات وبيريدينات) والتي تغني نكهة وعبير المنتج النهائي.

والتحليل الحراري يجب أن يجرى في أجهزة من الصلب غير القابل للصدأ تحت ضغط عادي أو ضغط عالٍ: أوعية وخطوط وتنكات تخزين ومالئات ومقلبات وصمامات...الخ.

وضبط العملية أثناء الشغل هام جداً ومعالم التكرمل يجب أن تكون مضبوطة تماماً لمصدر معين وذلك

للحصول على الخواص المرغوبة فى الناتج النهائى. الكاراميلات من السكروز و د-جلوكوز و د-فركتوز مع محتوى مميز من سكريات غير متكرملة لها أجود قيمة عضوية حسية. ولكن هذه الكاراميلات مسترطبة وغير ثابتة. وهناك عدة تقنيات لضبط التكرمل فيمكن قياس إمتصاص المادة حرة الإنسياب فى المنطقة قرب تحت الحمراء. ونقص ضبط العملية يؤدى إلى فقد خاصية التجمع الغروى/المُذَيَّلة micellar للكارامل وبالتالى يحدث ترسيب ولهذا السبب يجب ضبط نقطة التكاهر. وهذا يجرى عند بدء التكرمل حيث أن محاولات ضبط نقطة التكاهر أثناء العملية معقدة وكثيراً ماتكون غير ناجحة. و جيد الكارامل خاصية هامة فـ جيد عالٍ يبين تكرمل غير كامل أو وجود قلوى وفوق جيد ٦،٠ ينمو الفطر/العفن على الكارامل وتحت جيد ٢،٥ يسهل تحول الكارامل إلى راتنج resinifies. وضبط لزوجة الكارامل صعب فمعدل التجفيف (خروج الماء) يؤثر كثيراً على هذه اللزوجة. ويمكن الحصول على اللزوجة المرغوبة عن طريق درجة الحرارة وزمن الإتصال بالمفاعلات. والكارامل فوق المحروق ينتج عن ضبط سيىء لدرجة الحرارة ومن محاولات تصنيع منتج عالى التلون. وقد يحدث هذا خاصة مع كارامل الأمونيا. وضبط درجة الحرارة مهم خلال فترة الإنتاج كلها بما فيها المرحلة الأخيرة لقتل killing الحرارة أو التبريد السريع للكارامل إلى حوالى ٣٠°م.

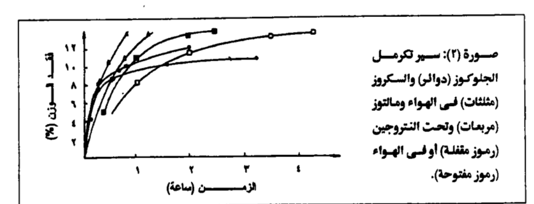
وتركيز وأصل المصادر المتكرملة أقل أهمية وهناك علاقة بين لزوجة الكارامل وذوبانه. فالكارامل الأقل لزوجة عادة أكثر ذوباناً وله قوة تلوين أكثر ثباتاً وعُمْرَ رف وإحتفاظاً بالذوبان الكامل أكثر. وهذه الكاراميلات تخزن بأقل هدر ومجهود.

وللإستخدام يصنع الكارامل الصلب الجاف وهذا يحضر بمعاملة كارامل لزج ساخن (١٢٠°م) بكربونات أمونيوم ثم يضاف سكروز وحمض أورثوفوسفوريك ثم تبرد إلى ١٠٠ °م ويضاف حمض سيتريك وبيكربونات الصوديوم. وبديل آخر يمكن أن يشتمل على إضافة بعض منتجات الحبوب مثل دقيق الشيلم rye وتهيئة الكتلة حتى ٨٠ - ٨٥°م على جيد ٣،٥ - ٥،٥. والكارامل السائل يمكن أن يثخن بمزيج من النشا والدكسترينات. وبثق أحادى وثنائى السكريات على ١٥٠ - ٣٠٠°م تؤدى إلى كاراميلات صلبة.

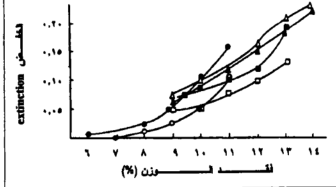
التخزين

تظهر بعض الخواص غير المرغوبة حتى لو كان الناتج قد صنع جيداً. والكاراملات ليست كاملة الثبات ويتقدم التكرمل ببطء أثناء التخزين ولذا الكارامل يجب أن يخزن على درجات حرارة منخفضة. والتكرمل أثناء التخزين قد يحفز بأيونات المعادن ولذا فيجب أن تبطن التنكات باللدائن أو تصنع من الصلب غير القابل للصدأ. وهذه الإحتياطات تبطىء من تحول المنتج إلى راتنج إلى جل غير متبلر والذى يصبح عديم النفع كمضاف أو كمكون للأغذية أو المشروبات. وثبات الكارامل المخزن تحت ظروف مثالية يقدر بحوالى خمس سنوات.

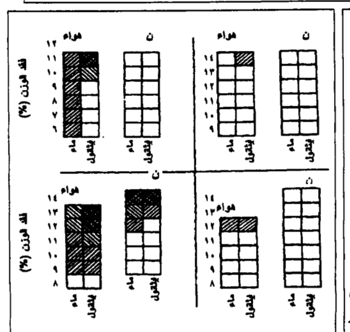
(Macrae)



صورة (٢): سير تكرمل الجلوكوز (دوائر) والسكروز (مثلثات) في الهواء ومالتوز (مربعات) وتحت النتروجين (رموز مقفلة) أو في الهواء (رموز مفتوحة).



صورة (٣): الخفض extinction لحزمة الإمتصاص على ٣٥٠٠٠سم$^{-1}$ في الأشعة البنفسجية أو المرئية ومحلول مائي ٠,١٪ لكارامل من مالتوز (مربعات) وجلوكوز (دوائر) وسكروز (مثلثات). والرموز المفتوحة والصلبة تمثل كارامل محضر في الهواء وتحت النتروجين بالتتابع.



صورة (٥): الذوبان في الماء في ٩٦٪ إيثانول مائي للكارامل من سكريات مختلفة مصنعة في الهواء وتحت النتروجين: المحلول شفاف؛ آثار من العكارة؛ المحلول عكر؛ الكارامل يذوب إلى حد ضئيل.

صورة (٤): مقاومة الحمض (إختبار حمض الكلورودريك) للكارامل من سكروز ومالتوز محضرة في الهواء وتحت نتروجين. المربعات ذات التقاطعات تبين تلبدأ في الكارامل.

الأسمـــاء: بالفرنســية caramel، وبالألمانيـــة Karamel، وبالإيطاليـة caramella، وبالأسـبانية caramela. (Stobart)

كرنب/ملفوف cabbage

الإسم العلمى *Brassica oleraceae* Capita

الفصيلة/العائلة: المركبة Cruciferae

الكرنب والأصناف القريبة له تسمى محاصيل الكـول cole. والكرنب مستديم ولكنه يزرع كحولى وهـو وإن كان متعوداً على الأجواء الباردة إلا أنه يزرع الآن فى المناطق الإستوائية. والأصنـاف تختلـف فـى شـكل الـرأس فمـن محـددة إلى مسـتديرة والأوراق قـد تكـون خضـراء أو حمـراء وناعمــة أو مجعدة وأصناف السافوى savoy types وهـى تتحمـل الظـروف البـاردة لها أوراق لونها أخضـر عميق ومجعدة جداً. وأبكر الأنـواع لحصاد الربيع تقطع قبل أن تكـون رؤوساً قلبية وتسمى فى هذه الحالة خضراء ثم يتبعها عدد متسع من الأصنـاف تحصـد عقـب تكويـن الـرؤوس. وأصنــاف الشـتاء البيضاء لها رؤوس مكثفة قلبيـة ولها أوراق "مسلوقة" وهى تخـزن جيداً. ورأس الكرنب النهائية المكثفة تنتج على سـاق قصيرة تطـول فـى السنة الثانيـة لتحمل نورة عنقوديـة من أزهار صفراء إلى بيضـاء. والبذور تتطور إلى ثمار تسمى خردلية silaque.

القيمة الغذائية والتكوين الكيماوى

القيمـة الغذائية تعتمـد علـى المحتـوى الفيتـامينى والمعدنـى وهـذان يختلفـان جوهريـاً مـع الصنـف وطريقة التحضير. فالكـاروتين مثــلاً يعتمـــد علـى كمية الكلوروفيل والأوراق الخارجيـة الخضراء قـد تحتـوى ٥٠ مـرة مثـل الأوراق البيضـاء وكرنــب سافوى به كاروتين ٣٠٠مجم/١٠٠جم من الأوراق الطازجة بينما الكرنب الأبيض يحتوى على آثــار (الجدول ١).

المناولة والتخزين

يوجد عدد من الأصناف متاحة لبسط ميعاد النضج ولكـن الموسـم يمكـن أن يمتـد أيضـاً بالنـاقلات/ الشتلات transplants والتى للمحاصيل المبكـرة يمكـن أن تنمـى فـى بيـوت زجاجيـة. أو يمكـن أن تغطى النباتات أفلام لدائن. ويمكـن حفظ الكرنـب الأبيض لعدة شهور فى مخازن بـاردة على درجـة حرارة من صفر - ١ ^{o}م ، ٩٥٪ رطوبة وكذلـك فـى مخازن جو مضبـوط controlled atmosphere. والتوحيـد فـى حجـم الـرأس هـام وهـو مطلــوب للسـوق ويمكـن تحقيقـه بإختيـار الصنـف المناسـب وضبط مسافات النباتات عند الزراعة.

الإستخدام المنزلى والصناعى

يؤكل الكرنب بغليه أو طازجاً فى السلطة والأصنـاف الحمـراء تقطـع وتخلـل فـى الحقـل ويصنـع منـه السوركراوت بتقطيعه من كرنب أبيض ويخمر بتخمر غير هوائى مضبوط مع إضافة ملح. (Macrae).

والأسمــاء: بالفرنسـية chou، وبالألمانيــة Kohl، وبالإيطالية cavalo، وبالأسبانية col.

(Stobart)

جدول (١): القيمة الغذائية والتكوين الكيماوي للكرنب وكرنب سافوي والكرنب اللارويسي (المحني) وكرنب بروكسل. (القيم على أساس ١٠٠جم خام طازج)

	كرنب أبيض	كرنب سافوي	كرنب لارويسي (محني)	كرنب بروكسل
الجزء المأكلة	٠,٩١	٠,٧٧	٠,٨٥	٠,٦٩
ماء (جم)	٩٠,٧	٨٨,١	٨٨,٤	٨٤,٣
نتروجين كلي (جم)	٠,٢٣	٠,٣٣	٠,٥٥	٠,٥٦
بروتين (جم)	١,٤	٢,١	٣,٤	٣.٥
دهن (جم)	٠,٢	٠,٥	١,٦	١,٤
كربوايدرات (جم)	٥,٠	٣,٩	١,٤	٤,١
طاقة (كيلوجول)	١١٣	١١٤	١٤٠	١٧٧
نشا (جم)	٠,١	٠,١	٠,١	٠,٨
سكريات كلية (جم)	٤,٩	٣,٨	١,٣	٣,١
ألياف غذائية (جم)	٢,١	٣,١	٣,١	٤,١
صوديوم (مجم)	٧	٥	٤٣	٦
بوتاسيوم (مجم)	٢٤٠	٣٢٠	٤٥٠	٤٥٠
كالسيوم (مجم)	٤٩	٥٣	١٣٠	٢٦
مغنيسيوم (مجم)	٦	٧	٣٤	٨
فوسفور (مجم)	٢٩	٤٤	٦١	٧٧
حديد (مجم)	٠,٥	١,١	١,٧	٠,٧
نحاس (مجم)	٠,٠١	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٢
خارصين (مجم)	٠,٢	٠,٣	٠,٤	٠,٥
كبريت (مجم)	٥٤	٨٨	غير متاح	٩٣
كلوريد (مجم)	٤٠	٤٨	٦٨	٣٨
منجنيز (مجم)	٠.٢	٠,٢	٠,٨	٠,٢
سيلينيوم (ميكروجرام)	آثار	٢	٢	غير متاح
يود (ميكروجرام)	٢	٢	غير متاح	١
كاروتين (ميكروجرام)	٤٠	٩٩٥	٣١٤٥	٢١٥
فيتامين د (ميكروجرام)	صفر	صفر	صفر	صفر
فيتامين ئى (مجم)	٠,٢	٠,٢	١,٧٠	١,٠
ثيامين (مجم)	٠,١٢	٠,١٥	٠,٠٨	٠,١٥
ريبوفلافين (مجم)	٠,٠١	٠,٠٣	٠,٠٩	٠,١١
نياسين (مجم)	٠,٣	٠,٧	١,٠	٠,٢
فيتامين ب٦ (مجم)	٠,١٨	٠,١٩	٠,٧٦	٠,٣٧
فيتامين ب١٢ (ميكروجرام)	صفر	صفر	صفر	صفر
فولات (ميكروجرام)	٣٤	١٥٠	١٢٠	١٣٥
حمض بانتوثينيك (مجم)	٠,٢١	٠,٢١	٠,٠٩	١,٠٠
بيوتين (ميكروجرام)	٠,١	٠,١	٠,٥	٠,٤
فيتامين ج (مجم)	٣٥	٦٢	١١٠	١١٥

كرنب أبو ركبة kohlrabi

أنظر: قنبيط

كرنب بحرى sea kale

الإسم العلمى *Crambe maritima*

الفصيلة/العائلة: المركبة Cruciferae (mustard)

هو موجود فى أوروبا الغربية ويمتد إلى جبال شرق أفريقيا وصنف قريب منه يسمى مربى طرطر tartar-bread (*Crambe tartarica*) ينمو فى المجر. وتؤكل جذوره خام أو مطبوخة والأوراق الصغيرة تطبخ كالقنبيط (قبل أن تكون زهوراً). وكرنب الكلب Dog's cabbage (*Thylygomum cynocrambe*) ويزرع فى مناطق من البحر الأبيض المتوسط ويؤكل بعض نبتاته الخضراء. ويؤكل من الكرنب البحرى أوراقه الصغيرة ونبتاته اللحمية. والنبات البيضاء والمنتجة بالزراعة المدفوعة فى غياب الضوء تشبه فى التشريح الكرفس والراوند والشمندر من حيث الساق الورقية وتقطع النبتات الصغيرة ١٥ – ٢٠سم فى الطول وتستخدم كالأسبرجس فتؤكل طازجة أو كسلطة أو معاملة بالبخار. وفوق الطبخ يسبب له جَشَب ويصبح خيطياً وتستخدم أطراف الورق الصغير كعشب herb.

الأسمـاء: بالفرنسية Chou de mer / Chou marin، وبالألمانية Strand koi، وبالإيطالية cavilo marino، وبالأسبانية berza marina. (Stobart)

كرنب بروكسل Brussels sprouts

الإسم العلمى

Brassica oleraceae Gemmifera

الفصيلة/العائلة: المركبة Cruciferae

هو نبات له ساق واحدة طويلة سنوى ينمو إلى حوالى متر فى الموسم الأول والجزء المأكلة من المحصول براعم صغيرة إبطية محكمة التكوين. وهى تتكون فى إبط الأوراق الممتدة. ورأسه المفككة من أوراق كبيرة قد تستخدم بدلاً من الكرنب كبديل له. وهو متعود على ظروف باردة نسبياً وفى المناطق الدافئة فإن البراعم الأبطية تتطور إلى شطآت مفككة بعكس البراعم المستديرة محكمة التكوين. والأصناف تم إختيارها لتعطى محاصيل مبكرة ومتأخرة تتحمل درجات الحرارة المنخفضة حتى -١٠°م كما تم إختيار الأصناف الموحدة لتصلح للحصاد الميكانيكى.

المناولة والتخزين

تزرع المحاصيل من البذر أو من نبتات منقولة وتتكون الشطآت من قاعدة الساق ثم إلى أعلا مما يحتاج إلى إختيار الحصاد. وتشذب البراعم/الشطآت وتسوق مفككة ويمكن تخزينها لمدة قصيرة على ٥ – ٦°م ورطوبة مرتفعة للمحافظة على الطزاجة.

والقيمة الغذائية فى الجدول (١).

الأسمـاء: بالفرنسية chou de Bruxelles، وبالألمانية Rosen kohl، وبالإيطالية caulino di brusselle، وبالأسبانية col de Bruselas. (Stobart)

كرنب لاروِيسي kale

الإسم العلمي
Brassica oleracae Acephela

الفصيلة/العائلة: المركبة Cruciferae

هو محصول مستديم يزرع كحولي لنباتاته المأكلة وأوراقه الصغيرة. وزراعته إبتدأت فى أوروبا الغربية ولكنه يزرع فى جميع أنحاء العالم الآن وهو يتحمل حتى -١٥°م كما أنه يتحمل درجات حرارة الصيف العالية. وهناك نوعان من الكرنب اللاروِيسي منحنية الأوراق ويرمز لها بالكرنب اللاروِيسي الأسكتلندى Scotch kales أو بور كول bore cole والأنواع ذات الأوراق الناعمة العريضة. وهى لاتكون أية رؤوس ولكن تحمل الأوراق على ساق طويلة يختلف طولها مع الصنف. ويستخدم عادة فى الشتاء عندما تكون المحاصيل الأخرى ناقصة. وزراعته مشابهة للكرنب وتطبخ النبتات والأوراق بالغلى. والقيمة الغذائية تظهر فى جدول (١). (Macrae)

الأسماء: بالفرنسية chou frisé، وبالألمانية Winter kohl / Kraus kohl، وبالإيطالية cavalo riccio وبالأسبانية co rizada. (Stobart)

كرنب صينى Chinese cabbage

الإسم العلمي *Brassica rapa* Peknensis

الفصيلة/العائلة: المركبة Cruciferae

يقسم الكرنب الصينى إلى نوع يحتوى رؤوس ونوع رؤوسه مفككة تبعاً لإنتاج رؤوس مضمومة محكمة من الأوراق الداخلية. وتسمى أوراق صينية وكرنب الكرفس. والرؤوس من أهم الخضروات فى شرق آسيا وهو يوجد كحَوْلى وكمستديم ولكنه يزرع كحولى ويكون رأساً عمودياً مستقيماً من أوراق متداخلة محكمة أو أحياناً رأس أكثر تفككاً من أوراق أكثر إنفصالاً. والشكل والحجم يختلف كثيراً بين الأصناف المختلفة. ووزن الرأس يختلف مابين ١,٤ - ٤,٥ كجم ولون الأوراق فى المراكز ذات الرأس عادة أبيض كريمى ولكن الأوراق الخارجية تختلف من أخضر غامق إلى فاتح. والأنواع ذات الرأس تختلف فى الشكل من إسطوانية طويلة يمكن أن تكون ٣٥ - ٤٥ سم فى الطول و ١٠ - ١٥ سم فى القطر إلى أصناف فى شكل البرميل قصيرة وثخينة حوالى ٢٠ - ٢٥ سم فى الإرتفاع و ١٥ - ٢٣ سم فى القطر. كما أن هناك أصناف مفككة أو نصف رؤوسية.

المناولة والتخزين

الكرنب الصينى إما يزرع بالبذرة أو بالنقل والوقت من البذر إلى الحصاد يختلف من ٥٠ - ١٠٠ يوماً تبعاً للصنف والموسم. والأصناف ذات الرؤوس المفككة تتحمل البرد أكثر وتستخدم لمد مدة العرض. والمحصول عادة يستهلك طازجاً ولكن التخزين على صفر - ١°م مع رطوبة عالية يمكن أن يمد عمر الرف إلى ٢ شهر. ويمكن بإستخدام الجو المضبوط ودرجة الحرارة المنخفضة تخزينه لمدة ٣ أشهر.

وهو يؤكل خاماً أو مطبوخاً قليلاً مثلاً بالتحمير مع التقليب وأكثر من ٩٠٪ منه يؤكل في كوريا على هيئة كيمشي Kimchi وهذا طبق مختمر يؤكل طوال السنة.

١٠٠جم من اللب الطازج تحتوى: الجزء المأكلة ٠,٥٢٪، الماء (جم) ٩٥,٤، النتروجين الكلي (جم) ٠,١٦، البروتين (جم ١,٠)، ألدهن (جم) ٠,٢، الكربوايدرات (جم) ١,٤، الطاقة (كيلو جول) ٤٩، النشا (جم) آثار، السكريات الكلية (جم) ١,٤، الألياف الغذائية (جم) ١,٢، الصوديوم (مجم) ٧، البوتاسيوم (مجم) ٢٣٠، الكالسيوم (مجم) ٥٤، المغنيسيوم (مجم) ٧، الفوسفور (مجم) ٢٧، الحديد (مجم) ٠,٦، النحاس (مجم) ٠,٠٢، الخارصين (مجم) ٠,٢، الكبريت: لايوجد تحليل، الكلوريد (مجم) ١٨، المنجنيز (مجم) ٠,٣، السيلينيوم والحديد: لايوجد تحليل، الكاروتين (ميكروجرام) ٧٠، فيتامين د صفر، فيتامين ئى: لايوجد تحليل، الثيامين (مجم) ٠,٠٩، النياسين (مجم) ٠,٢، فيتامين ب، (مجم) ٠,١١، فيتامين ب١٢ صفر، الفولات (ميكروجرام) ٧٧، حمض البانثونينيك (مجم) ٠,١١، البيوتين (ميكروجرام) آثار، فيتامين ج (مجم) ٢١، والريبوفلافين (مجم) آثار.

كرنيتين carnetine

الكرنيتين ضروري لنقل الأحماض الدهنية طويلة السلسلة وبعض الأحماض الدهنية متوسطة السلسلة خلال غشاء السبحيات حيث يحدث له β-أكسدة. والذي يحدث أن الفلومات كرنيتين وأسايل-كرنيتين يضع الأسايل كرنيتين على داخل الغشاء. والتخليق لايوجد في المولود قبل الميعاد ولذا يعتمد على كرنيتين خارجي كما هو متاح في لبن الأم وكذلك في تركيبات لبن البقر.

كره

كروماتوجرافيا chromatography

الأسس

الكروماتوجرافيا هي عملية فيزيقية فيها تفصل المكونات في مخلوط بالتقسيم التبايني differential partition بين طور ثابت وطور سائل يمر فوقه. والتقنيات المختلفة المستخدمة يمكن أن تقسم إلى كروماتوجرافيا الغاز وكروماتوجرافيا السائل على أساس طبيعة المائع fluid المتحرك الموجود.

النظرية الأساسية basic theory

الفصل الكروماتوجرافي المثالي يشتمل على فصل مابين جزيئات في العينة تبعاً لتركيبها، مع الجزيئات التي من نوع واحد تبقى مع بعضها. وفي حالة كروماتوجرافيا العمود column توضع العينة كحزمة ضيقة على رأس العمود وتمر خلال العمود تحت تأثير الطور المتحرك؛ وتنفصل مكونات المخلوط إلى حزم ضيقة خاصة، وهذه الحزم لاتكون أعرض من حزمة العينة الأصلية، بفرض إنه لم يحدث أي إنتشار. لكن في الواقع هذا الموقف المثالي لايحدث لأن الإنتشار هو ظاهرة داخلية. وهناك بسط/إنتشار جوهري داخل الحزم. ودرجة الإحتفاظ بالمكونات على العمود تتوقف على الميل النسبي للمكونات للطورين المتحرك

والثابت. وهـذه العملية هـى أساساً تحـت ضبـط حـرارى دينـاميكى thermodynamic ودرجـة بسط/إنبساط الحزم تتوقف علـى عدد من العوامل الحركية.

الإحتفاظ الكروماتوجرافى
chromatographic retention

درجة الإحتفـاظ بـالمركب علـى عمـود مرصـوص بالطور الثابت تحت تأثير طور متحرك ينساب يتوقف على تقسيم (أو توزيع) هذا المركب بين الطورين. وهذا يميز بمعـامل التوزيـع (ث K) distribution coefficient للمركـب وهذا هـو نسبه تركـيزه فـى الطـور الثـابت ر~ث~ C_s إلى تركـيزه فـى الطـور المتحرك ر~ح~ C_m

$$ث = ر_ث/ر_ح \qquad K = C_s/C_m \qquad (1)$$

هذا التوزيع فى العمل يميز بمعامل المقدرة/السعة ث' K' وهو نسبة كمية العينة فى الطور الثابت (كث a_s) إلى تلك فى الطور المتحرك (كح a_m)

$$ث' = ك_ث/ك_ح \qquad K' = a_s/a_m \qquad (2)$$

وهذا المَعْلَم يستخدم كثيراً لتقدير "إحتفاظ القمم كمياً" وهو يتصل بزمن الإحتفاظ كما فى المعادلة

$$ث' = (ز-ز_م)/ز_م \qquad K' = (t-t_0)/t_0 \qquad (3)$$

حيث ز t هـو زمن الإحتفاظ للقمة ، زم هـى الزمن الذى فيه المركب غـير المحتفـظ بـه ويبـرز مـن العمود. وعامل المقـدرة capacity factor يمكـن إسـتخدامه للدراسـات النظريـة للعمليـة الكروماتوجرافية لنمـوذج حـرارى دينامـى. فمثلاً لو، ث' $\log_{10} K'$ وجد أنها تتناسـب مـع د^-1^ T^{-1} (درجـة الحـرارة بـالكلفين in Kelvin). وبطريقـة عمليـة أخـرى ث' K' لاتتغـير بتغـيرات هندسـة العمـود بينمـا ز t تتغـير. والعمليـة الكروماتوجرافيـة يمكـن أن توصـف بـالنموذج الحرارى الدينامى تحت ظروف مثالية ويمكن توقع إنحرافات عندما يصبح معامل الإنتشار غير متوقف على تركيز العينة. ومعظم الإنحرافات التى توجد هى إنحرافات عند تركيزات عالية للعينة حيث أن عرض القمة (w) يحدث أيضاً مع نقص فى زمن الإحتفاظ.

عرض/تعريض الحزم band broadening

تعريض الحزم يحدث عند مرور العينة خلال العمود. وكلما صغر إمتداد هـذا التعريض كلما كان العمود أكثر كفاءة وبالتـالى تكـون مقدرته أكبر على فصل المركبـات المتماثلـة. وبالتـالى ففـى المثـال فـى الصورة (١) فإن الفصل/التفريـق resolution قد زاد بنقـص عـرض الحـزم (ع c). وبالتبـادل فـإن الفصل resolution يمكـن أن يزاد بزيـادة الفـرق فى زمن الإحتفاظ للمركبين ولكن هذا قد يؤدى إلى زيادة فى زمن التحليل (ب b).

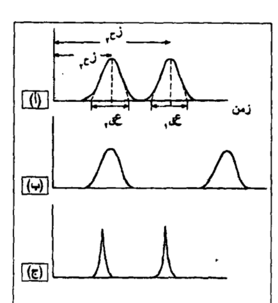
وتأثير هذين التغيرين يمكن أن يرى مـن التعريف الرياضى للمصطلح "فصل resolution" (فس R_s)

$$ف_س = (ز_{ح٢}-ز_{ح١}) \div ٢/١(ع_{ق٢}+ع_{ق١}) \qquad (٤)$$

$$R_s = \frac{(t_{r2} - t_{r1})}{\frac{1}{2}(w_{b2} + w_{b1})}$$

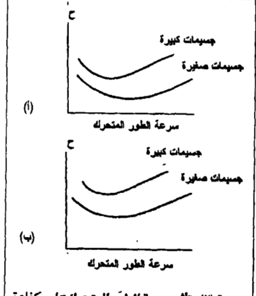
حيث: زح١ ، زح٢ = أزمنة الإحتفاظ
t_{r1} , t_{r2} = retention times

و عق١ ، عق٢ = عرض القمم
& w_{b1} , w_{b2} = peak widths



صورة (١): أ- فصل كروماتوجرافي؛ زيادة بواسطة ب- زيادة ز ح١-ز ح٢ أو ج- نقص ٢/١ (ع١+ع٢)

والعوامل التى تؤثر على هذه العمليات الخاصة معقدة ولكن أهمها هى حجم الجسيم لمادة الطور الثابت وسرعة الطور المتحرك فوقها. وهذان العاملان يظهران فى الصورة (٢) حيث يظهر أن المادة ذات الجسيمات الأصغر تعطى حزماً أضيق ولكن أيضاً أن هذا يمكن تحقيقه على سرعة مذيب أكبر بحيث يسمح بتحليل أسرع. وعامل آخر هام يؤثر على نقل الجزيئات بين الأطوار هو السهولة التى يمكن بها أن ينتشروا فى الطور المتحرك والتى بدورها تتوقف على عوامل إنتشار المذيبات المشتركة والتى بدورها تتأثر بدرجة الحرارة. والمذيبات ذات اللزوجة المنخفضة تميل إلى إنتاج قمم ضيقة وزيادة فى درجة حرارة العمود ينتج عنه نقص فى بسط/إنتشار الحزم.



صورة (٢): تأثير سرعة الطوّر المتحرك على كفاءة العمود . أ- جسيمات الأطوار الثابتة كبيرة وصغيرة، ب- جزيئات العينة كبيرة وصغيرة. يلاحظ أن قيم صغيرة لـ ف H تمثل أعمدة ذات كفاءة.

وميزة جوهرية لنقص عرض القمة band width هو أنه لكمية معينة من المادة فإن حزمة أضيق تعطى قمة أطول taller peak وبالتالى حساسية أكبر.

وفى العمل فإن القمم الضيقة لاتتحقق إلا إذا كان هناك تبادل كفء لجزيئات العينة بين الطورين المتحرك والثابت، بمعنى آخر عندما يكون هناك نقل كتلة جيد. بجانب ذلك سيكون هناك مساهمة فى تعريض الحزم كنتيجة لإنتشار دوّامى eddy diffusion (عدة طرق خلال الطور الثابت كل منها بطول مختلف وسرعة مختلفة) ونقل كتلة الطور المتحرك (تدرج سرعة المذيب عبر تيار ينساب). وأحواض pools من الطور المتحرك محتفظ بها فى الثغور pores يمكن أن تؤدى إلى التعريض لأن جزيئات العينة المحفوظة داخلها ستؤخر أكثر.

وكفاءة عمود الكروماتوجرافيا يعبر عنها بعدد الألواح plates (بالمقارنة بالتقطير التجزيئي) وتعطى بالمعادلة

ن = ٥,٥٤ (ز$_{ر}$/ع$_{ق}$)^{٢} $N = 5.54 (t_r/w_h)^2$ (٥)

حيث ز$_{ر}$ = زمن الإحتفاظ للقمة، ع$_{ق}$ = عرض القمة عند منتصف الإرتفاع. وأطوار الجسيمات الدقيقة الحديثة (٥ ميكرمتر) يكون لها عدد ألواح يقترب من ١٠٠٠٠٠ في المتر.

أنواع كروماتوجرافيا السائل
modes of liquid chromatography

نوع الكروماتوجرافيا يشير إلى الآلية التي يحتفظ بها المذاب solute على الطور الثابت. والأنواع توجد في الجدول (١). وإختيار نوع الكروماتوجرافيا لمجموعة من المركبات ليس بالأمر السهل ولو أن هناك أنواعا من المركبات التي لاتتفق مع نوع معين فإن هناك ٢-٣ نوعا يمكن إستخدامها.

جدول (١): أنواع كروماتوجرافيا السائل.

النوع	أساس الإحتفاظ
الإمتزاز	القطبية
التقسيم	الذوبان
التبادل الأيوني	الشحنة
إستبعاد الحجم	الحجم الجزيئي
تشيرال chiral *	التخصص المجسامي stereospecifity
الميل	التخصص الكيموحيوي

* جزيء في هيئة معينة غير متماثل مع صورته في المرآة.
a molecule in a given configuration not symmetrical with its mirror image.

كروماتوجرافيا الإمتزاز
adsorption chromatography

السيليكا جل هي أكثر المواد إستخداما لهذا النوع من الكروماتوجرافيا وفيها جزيئات المذاب تنقسم بين المحلول في الطور المتحرك والإمتزاز على السطح القطبي polar surface للسيليكا. ونشاط المادة يتوقف بشدة على درجة تميؤ hydration السطح. وفي وجود مذيبات قطبية مثل الكحولات والتي تستخدم كثيرا كمحورات للقطبية في مذيب أقل قطبية فسطح السيليكا يصبح أكثر تشبعا بالمذيب more solvated وجزيئات المذاب (العينة) تتفاعل مع هذا السطح الأكثر تشبعا بالمذيب. وقوة تمليز elution الطور المتحرك تتصل بقطبية المذيب ويمكن حسابها من المتوسط الموزون weighted average لمخلوط المذيبات. ولكن قوة المذيب وحدها لاتتنبأ بكفاية بالسلوك الكروماتوجرافي حيث أن المذيبات المختلفة تظهر إختبارات مختلفة بالنسبة لمقدرتها على التفاعل مع المذابات (العينات) في أنواع خاصة. فالمذيبات تتميز أكثر بالنسبة لمقدرتها على التفاعل خلال الربط الأيدروجيني أو تأثير ثنائية القطب dipole effects. وهذا التقسيم للمذيبات مع قيم قوة المذيب تسمح بتنبؤ جوهري لأنسب مذيب لفصل خاص. وكروماتوجرافيا الإمتزاز لاتستخدم كثيرا مع كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء (ك.س.ع.أ HPLC) حيث أن الأعمدة بطيئة في التوازن ويمكن أن تلوث بمركبات عالية القطبية نظرا للربط غير العكسي.

كروماتوجرافيا التقسيم
partition chromatography

هذا النوع من الكروماتوجرافيا يشمل التقسيم بين طور السائل المتحرك وطور السائل الثابت المحتفظ به على مادة دعم. وأساساً السائل الثابت كان ممتزاً على مادة خام ولكن الأطوار الناتجة وجد أنها غير ثابتة حيث أن تغطية السائل تُجَرَد من العمود. والحل المنطقى لهذه المشكلة هى ربط طور السائل الثابت تساهمياً إلى مادة الدعم وهذا قد يتحقق بأسترة مجموعات السيلانول silanol للسيليكا ولكن إسترات السيليكات الناتجة يمكن إستخدامها مع أطوار متحركة غير مائية. وطور مرتبط أكثر قوة يتحقق بسيللة silylation لمجموعات السطح الأيدروكسية hydroxy بكلوروسيلينات chlorosilanes لتكون سيلوكسانات siloxanes. وأحادى الكلوروسيلينات تعطى أطواراً أحادية monomeric بينما الكلوروسيلينات الثنائية والثلاثية تعطى أطواراً عديدة polymeric. و "فن" إنتاج مواد أطوار مرتبطة جيداً هو أن يكون هناك طوراً ثابتاً سائلاً كافياً موجوداً للإحتفاظ الكروماتوجرافى الجيد، ولكن وفى نفس الوقت يكون لها أطواراً ذات مميزات نقل كتلة جيدة، والتى تتطلب طبقة مرتبطة رفيعة نسبياً. وربما ثبت ضرورة إزالة أى مجموعات سيلانول غير متفاعلة باقية بتغطيتها capping بمفاعل عالى التفاعل مثل ثلاثى ميثيل كلوروسيلان trimethyl chlorosilane.

والأطوار المرتبطة قد تكون قطبية الطبع مثل طور أمينوبروبايل aminopropyl أو قد تكون كارهة للماء كما فى حالة المادة المرتبطة بالأوكتاديسايل octadecyl-bonded. والأطوار القطبية تسلك مسلك مشابه لمواد الإمتزاز مع مركبات قطبية أكثر يحتفظ بها بشدة أكبر، وزيادة فى قطبية الطور المتحرك مما ينتج عنه أزمنة إحتفاظ أقل. أما المواد الكارهة للماء فهى تكون أساس كروماتوجرافيا الطور-المعكوس -reversed phase chromatography حيث المركبات ذات القطبية الأقل يحتفظ بها بشدة أكثر والأطوار المتحركة ذات القطبية الأقل تزيد من قوة تمليزها eluting. وأطوار أوكتاديسايل سيلايل octadecylsilyl تستعمل كثيراً مع الميثانول المائى (أو أسيتونيترايل) كطور متحرك. ومواد الطور المعكوس reversed phase materials تستخدم بكثرة مع التمليز المتدرج gradient elution لأنها تتوازن بسرعة مع تغيرات تكوين المذيب. وفى المثال المذكور هنا فإن تدرجاً يجرى مع زيادة فى تركيز الميثانول لإعطاء قوة تمليز متزايدة. ومواد الطور المعكوس الحديثة شديدة جداً وليست معرضة للتلوث بالمركبات القطبية حيث فى معقدات المخاليط فهذه لايحتفظ بها. فالمواد تستخدم كثيراً مع عينات معقدة من الأغذية أو من أصل فسيولوجى والتى تحتوى أنواعاً عالية القطبية. وإختلاف كروماتوجرافيا الطور المعكوس يمكن أن تمد إلى مركبات أيونية بتقنية كروماتوجرافيا زوج الأيونات. وهنا نوع أيونى كاره للماء من شحنة معاكسة للمادة المحللة/تحت التحليل analyte تضاف إلى الطور المتحرك. وزوج الأيونات الناتج هو كاره للماء أكثر بكثير عن النوع الأيونى الأصلى ويمكن بذلك تحليله

كروماتوجرافيا تحت ظروف الطور المعكوس reversed-phase.

كروماتوجرافيا التبادل الأيونى
ion exchange chromatography

فى كروماتوجرافيا التبادل الأيونى فإن آلية الإحتفاظ هى كهربى ساكن electrostatic يشتمل شحنات متعاكسة opposite charges على المادة تحت التحليل وعلى الطور الثابت. والطور الثابت قد يحمل شحنة موجبة صافية وعلى ذلك فيمكنه الإحتفاظ بالأيونات السالبة (تبادل أيونات سالبة) أو يكون مشحوناً سلبياً ويحتفظ بالأيونات الموجبة (تبادل أيونات موجبة). ويمكن تقسيم المبادلات الأيونية - أيضاً - كمبادلات قوية أو ضعيفة بالمثل كقواعد قوية أو ضعيفة ويتوقف ذلك على المجموعات المشحونة. وعلى ذلك فمجموعة حمض السلفونيك sulphonic acid تعمل كمبادل أيونى موجب قوى ومجموعة كربوكسى ميثايل carboxymethyl كمبادل أيونى موجب ضعيف. بالمثل مجموعات الأمونيوم الرباعية quaternary ammonium تكون مبادلات أيونية سالبة قوية ومجموعات الأمين الثلاثية تعمل كمبادلات ضعيفة. والأساس فى التبادل الأيونى هو أن الطور الثابت والمحدد يجب أن يكون مشحوناً. والشحنة على المبادلات الضعيفة تتغير تدريجياً على مدى متسع من pH بينما المبادلات النوعية لاتفقد شحنتها السطحية إلا على اقاصى pH.

وكروماتوجرافيا التبادل الأيونى هى عملية على مرحلتين: الإمتزاز حيث المحدد determinand يحل محل الأيون المعاكس على المبادل والمَج/فك الإمتصاص desorption حيث الأيونات (تحت العمل) يحل محلها أيونات معاكسة. والفصل بين المركبات يحدث فقط حيث يوجد إختيارية selectivity فى مراحل الإمتزاز أو المَج/فك الإمتصاص لمركبات خاصة. ومرحلة المَج/فك الإمتصاص تتم كثيراً بالتمليز المتدرج إما بتغيير المتدرج لـ pH للطور المتحرك أو بتغيير تركيز الأيونات المعاكسة المتنافسة.

وأكثر مواد الطور الثابت للتبادل الأيونى إستخداماً هى البوليمرات المتشابكة cross-linked المحورة كيماوياً للستيرين وثنائى فينيل بنزين divinylbenzene. ودرجة التشابك تؤثر على ثغرية porosity المادة وبالتالى إمكان الوصول إلى الموقع المشحون خاصة بالنسبة للجزيئات الكبيرة.

كروماتوجرافيا إستبعاد الحجم
size exclusion chromatography

يختلف هذا النوع من الكروماتوجرافيا مما سبق مناقشته فى أنه ليس هناك تفاعلات بين جزيئات المذاب والطور الثابت. والفصل يحدث بين جزيئات من مختلف الأحجام نظراً للهجرة المختلفة فى المادة الثغرية porous. ومدى حجم جزيئات المركبات التى يمكن فصلها بهذه الطريقة يتوقف على مدى حجم الثغور فى الطور الثابت وإذا كانت جزيئات المذاب كبيرة جداً بالنسبة للثغور الموجودة فإن إستبعاد كلى يحدث مع عدم حدوث أى فصل. وعلى الطرف الآخر إذا كانت جزيئات المذاب كلها صغيرة بحيث تسمح بنفاذية

كاملة فـى الثغـور فيحتفـظ بـها إلى نفس المـدى بحيث لايحدث – أيضاً – أى فصل. وكل طـور على ذلك يتميز بتجزئـة fractionation بـين نفاذيـة كاملة وإستبعاد كامل ويوجـد مدى متسع من هـذه الأطوار يمكن الحصول عليه.

والجـلات الطريـة ذات الثغـور مثـل سـيفادكس sephadex أو بيوجل biogel يمكـن إستخدامها فقط تحت ظـروف ضغط منخفض بينما الزجـاج ذو الثغـور أو البوليمـرات المتشـابكة cross-linked يمكن إستخدامها كجسيمات صغيرة تحـت ظـرف ضغط عالٍ وتسمح بسرعات طـور متحرك أعلا وزمن تحليل أقصر. وفى العمل فمـواد إسـتبعاد الحجـم أكثرها يظهر أيضـاً تفـاعلات ثانويـة مثـل الربـــط الكاره للمـاء أو إستبعاد أيونـى سالـب anionic exclusion بحيث أن إستبعاد الحجم النقى نـادراً مايقابل. والأطـوار الثابتة متاحة وهـى متوافقة مـع كل من الأطوار العضوية والمائية المتحركة.

كروماتوجرافيا تشيرال
chiral chromatography

الشـكل الإنتيومـترى enantiometric نقيضـــان بصريان optical antipodes للمركبـات النشيطة ضوئياً له أهمية حيوية لنشاطها البيولوجى وهنـاك أهمية لفصل هذه الأشكال لتحديد نقالها الضوئى أو الإنتيومترى enantiometric، مع الأدوية مثلاً. وهنـاك طريقتـان لتحقيـق هـذا الفصـل بواسـطة (ك.س.ع.أ HPLC) فـــى الطريقـــة الأولى طـــور التشـيرال chiral يسـتخدم لتمييـز الإختلافـــات الفضائيـــة spatial (الفراغيـــة) بـــين الأشــــكال الإنتومتريـــة enantiometric وفـــى الثانيـــة أو الطريقة غير المباشـرة المشـتقات الدياسـتيريوميرية diastereomeric* تُكَـوَن بإسـتخدام مفـاعلات إشتقاقيـــــة ضوئيـــة نقيـــــة optically pure derivatizing reagents.

فى الطريقة المباشرة الطور الثابت قد يحتوى على المكـون تشيرال chiral أو مضـاف تشيرال chiral قـد يُضَمَّـن فـى الطـور المتحـرك. وكـلا هـاتين الطريقتين مؤثرتين ولكن حيث المضاف التشيرال chiral قـد أضيـف فـى الطـور الثـابت فـإن مـن المفضل إستخدام أطـواراً مرتبطة حيث العامـــل التشـيرال chiral يرتبـط تسـاهمياً إلى قاعـــدة السيليكـا. وهذه تمثـــل بأطوار بيركـلى Pirkle. جوهريـا أطــــوار التشــيرال chiral مثـــل β- ديكسترين حلقى β-cyclodextrin متاح أيضاً.

كروماتوجرافيا الميل
affinity chromatography

تؤسس كروماتوجرافيا الميـل على التفاعل الخـاص للمحدد determinand مع مركـب مكمـل مثبـت علـى الطـور الثابت. مثل هـذه التفـاعلات المعينـة تقابل كثيراً فـى الأنظمة البيولوجية مثل الهرمـون والـبروتين الرابـط وفـــى هـذا المجـال تسـتخدم كروماتوجرافيـا الميـل بكـثرة. ومـن متطلباتـها أنـه يجـب أن يمكـن ربط المركب المكمـل إلى مـادة الدعم تساهمياً بدون خفض ربطها المتخصص. كما يجـب أن يكـون الربـط الخـاص عكسـياً بحيـث أن المحدد يمكن تمليزه بعد ذلـك فمثلاً مع تغير فى $ج_{يد}$ أو تغيير فى القوة الأيونية. وقد يكون من المـهم أن ظـروف التمليـز لاتسـبب فقـداً فـــى النشـاط البيولوجـى إذا كـانت المـادة سـتعزل لدراسـات

* مشاكلة فراغية stereoisomers ولكنها ليست متماثلة ومع ذلك فهى ليست صور مرآة.

أخرى. ولأغراض التحليل فقط فإنه من الممكن أن يملز المركب المرتبط بإستخدام ظروف ماسخة denataring conditions. (Macrae)

كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة
thin layer chromatography

التقنية

محلول من العينة يطبق كدفعة صغيرة أو حزمة ضيقة على طبقة رقيقة من الممتز adsorbant (الطور الثابت) والذى يبسط بتماثل على لوح دعم. ومخلوط المذيب (الطور المتحرك) يمر بعد ذلك خلال الممتز بواسطة الفعل الشعرى والعينة تفصل إلى مكونات مميزة. وبعد تبخير المذيب من اللوح يحدد مكان المكونات المفصولة بواسطة طرق فيزيقية أو بإستخدام مفاعلات صبغ كيماوية. والكميات النسبية للمكونات يمكن أن تحدد كمياتها تبعاً للظروف المستخدمة.

الجهاز

الممتزات والدعم adsorbants & supports

أهم أنواع الممتز الرئيسية المستخدمة فى كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة (ك.ط.ر TLC) هى السيليكا جل silica gel والسيليلوز وأكسيد الألومنيوم. وغيرها الكيسلجور وعديد الأمايد polyamide وسيليولوز وعديد الإيثيلين أمين (ع.أ.أ PEI) polyethyleneamine وحجم جسيم الممتز عادة فى المدى ١-٢٥ ميكرومتر. ألواح ك.ط.ر TLC يمكن أن تعمل فى المعمل بتغطية ألواح زجاج بممتز بإستخدام أجهزة تباع لهذا الغرض. ولكن من الأفضل إستخدام ألواح سبق تغطيتها وهى متاحة بأحجام مختلفة وبممتزات مختلفة وهذه دائماً من جودة عالية ولكنها قد لاتكون متاحة لكل ممتز. ولتعزيز إلتصاقها إلى الداعم فإن الممتز المسحوق لدرجة دقيقة يخلط تكراراً مع رابط غير عضوى مثل كبريتات الكالسيوم على حوالى ١٠٪ (وزن/وزن). والروابط العضوية بما فيها حمض عديد الأكريليك تستخدم أيضاً خاصة مع الألواح السابق تغطيتها. والسيليكا جل هى أكثر الممتزات إستخداماً فى ك.ط.ر TLC خاصة مع حجم ثغور ٦ نانومتر. والألواح التحليلية سابقة التغطية كثيراً ماتستخدم سيليكا جل ذات حجم جسيم ١٠ - ١٢ ميكرومتر مغطاه فى طبقة ذات ثخانة ٢٥٠ ميكرومتر. والأطباق المغطاة بهذا النوع من السيليكا تعطى نظرياً ١٠٠٠-٢٠٠٠ لوحاً لكل ٥ سم هجرة. وتقدم حديث هو أداء عالى لكروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة (أ.ع.ك.ط.ر HPTLC) والتى تستخدم سيليكاجل لها حجم جسيم ٥-٧ميكرومتر فى طبقات من ٢٠٠ ميكرومتر ثخانة. وحجم الجسيم الأنقص يعطى نظرياً ٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠ لوحاً لكل ٥ سم مسافة هجرة ويزيد من كفاءة الفصل. وبالمقارنة بـ ك.ط.ر TLC التقليدية فإن أ.ع.ك.ط.ر HPTLC تسمح بفصل أسرع لكميات أصغر من المواد على مسافة فصل أقصر وبهذا فلها حساسية أكبر وقوة فصل أكبر. ألواح أ.ع.ك.ط.ر HPTLC لايمكن تحضيرها بسهولة فى المعمل وعادة تشترى جاهزة. وخواص الإمتزاز للسيليكاجل يمكن أن تُحَوّر بتشبيعها مع مفاعلات تعقيد مختلفة مثل نترات الفضة واليوريا وحمض اليوريك والإيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA) للمساعدة على فصل أقسام

معينة من المركبات. والكيسلجور وهو تربة دياتومية يستخدم أقل من السيليكاجل بسبب إختلافاته الطبيعية. والألومينا (أيدروكسيد الألومنيوم) يصنع فى ثلاثة أنواع حامضى وقاعدى ومتعادل تبعاً لرقم جيد. والزجاج داعم يستخدم أكثر للممتزات على أساس جساءته rigidity وتسطيحه flatness وخموله inertness. وطبقات من الممتزات يمكن أيضاً الحصول عليها سابقة التغطية على ألومنيوم مرن أو صفائح لدائن plastic sheets وهذه لها ميزة أنه يمكن تقطيعها إلى أحجام أصغر ولكن حرص أكبر يجب أن يؤخذ لضمان تكاملها مع أنظمة المذيب المستخدمة ومايتبع ذلك من تفاعلات رش. والأحجام القياسية لألواح ك.ط.ر TLC و أ.ع.ك.ط.ر HPTLC هى ٢٠ × ٢٠ سم و ١٠ × ١٠سم بالتتابع.

تطبيق العينة وحُجَر الأظهار
sample application & development chambers

تطبيق محلول العينة على طبقة الإمتزاز عادة يجرى يدوياً بإستخدام حقن دقيقة أو أنابيب شعرية تُرْمَى بعد الإستخدام. ومع وجود مدى متسع من الأدوات بعضها يضبط بمعامل دقيق microprocessor متاحة للتطبيق الآلى للعينات كبقع أو كخط. وتستخدم عادة حُجَر زجاجية مستطيلة مع أغطية للإظهار الطولى للكروماتوجرامات فى مخلوط المذيبات. والأحجام المتاحة لألواح قياسية من ٢٠ × ٢٠سم أو ١٠ × ١٠ أ.ع.ك.ط.ر HPTLC. والغُرَف يمكن شراؤها بأخاديد رأسية على الجنب مع نهاية الحائط للسماح بإظهار عدة ألواح فى نفس الوقت.

أجهزة لإكتشاف وتحديد كمية المكونات
equipment for detection and quantification of components

المذررات atomizers التى تدار بالهواء المضغوط أو منفاخ يدوى مطلوبة لرش الكروماتوجرامات بمفاعلات التحديد بطريقة مستوية. ويحتاج إلى فرن لتسخين الألواح المرشوشة بمفاعلات معينة. ويتاح لتحديد كمية المكونات المفصولة على الكروماتوجرامات مقاييس الكثافة densitometers الماسحة والتى تضبط بالمعامل الدقيق microprocessor وتستطيع أن ترتبط بحاسوبات دقيقة لتخزين البيانات وتقديرها. وتحديد مكان وكمية المركبات المعلمة بالإشعاع على ألواح ك.ط.ر TLC المظهرة يمكن أن يتم بإستخدام ماسحات نشاط إشعاعى خاص. وأجهزة أقل تعقيداً مطلوبة لتحديد مكان المركبات المعلمة إشعاعياً على الكروماتوجرامات المظهرة بواسطة التصوير الإشعاعى الذاتى autoradiography.

أنظمة متخصصة specialized systems

عدة تقنيات تعتمد على الأسس الكروماتوجرافية ك.ط.ر TLC ولكن تتطلب أجهزة خاصة تم تطويرها حديثاً. ففى ك.ط.ر TLC زائد الضغط (ك.ط.ر.ز.ض OPTLC) تَمسك ألواح ك.ط.ر TLC تحت غشاء مرن تحت ضغط أيدروستاتى والمذيب يدفع خلال الممتز بإستخدام مضخة. وهذا النظام يسمح بتمليز المركبات تماماً من لوح

ك.ط.ر TLC للجمـع أو الإكتشـاف بإسـتخدام محددات عادة مرتبطة بكروماتوجرافيا السائل عالية الأداء. وكروماتوجرافيـا طبقـة الطـرد المركـزى centrifugal layer chromatography تشتمل أيضاً علـى مذيـب مدفـوع الإنسياب. وفـى هـذه الحالة المذيب يغـذى فى مركز لوح ك.ط.ر TLC والذى يدور بسرعة ويدفع خلال الممتز بقوة الطـرد المركزى.

وفى ك.ط.ر TLC المطورة شـعاعياً نصف قطرى radial-development فإن بقعة العينة تطبـق فـى مركز اللوح والمذيب يمرر خلال ثغرة فـى اللـوح خلال شمعة تنغمس فى المذيب. والتقدم الأكثر حدوثاً فى هذه التقنيـة هـو إستخدام مذيـب تحـت ضغط لألـواح أ.ع.ك.ط.ر HPTLC تسمح بوقـت قصير جداً للإظهار وأجهزة أيضاً متاحة تسمح بإظهار آلى متعدد automated multiple development لألواح ك.ط.ر TLC إما فى نفس أنظمة المذيب أو فى مذيبات أخرى. وهذا الإظهار لألـواح ك.ط.ر TLC يمكن أن يحسن فصل المكونات.

وتقنيـة تحديـد الكـم تتطلـب أجـهزة خاصـة هـى ك.ط.ر TLC مـع تحديـــد التأيــــن باللهــــب flame ionization detection (ك.ط.ر.ح.أ.ل TLC-FID). وفى هذا النظام تطبق العينات على السيليكا جل مصهورة على قضبـان كوارتـز والتـى تظهر تقليدياً فى الطور المتحـرك. و"قضبان الكروما chromarods" المظهرة تمرر خلال محـدد مؤين لهبى flame ionization detector لتقدير كمية كتلة المكونات الخاصة بتحويل جزيئات المـذاب إلى أنواع عليها شحنات وقياس التغير فى التوصيل.

• الطرق methodology

تطبيق العينة sample application

فى ك.ط.ر TLC وفى أ.ع.ك.ط.ر HPTLC تطبق العينـة كحجـم صغير مـن المحلـول علـى الممـتز absorbent قـرب قـاع اللـوح. ونقطـة التطبيـق تسمى الأصل. وأقصى مايمكن تطبيقه من ك.ط.ر TLC أو أ.ع.ك.ط.ر HPTLC هـو ٨ ميكروجـرام ، ١٠ ميكروجرام بالتتابع كبقعة على طبقات الممـتز مـن سيليكا جـل جـى G ٠,٢٠ - ٠,٢٥ مـم فـى الثخانـة. والعينات يمكـن تطبيقها أيضاً كخط رفيع على طـول الأصل. والمقاييس standards تطبق كبقع منفصلة على نفس اللوح.

التطوير development

إختبار نظام المذيب يتوقـف علـى مايتم تحليلـه ونوع الممتز المستخدم (الجدول ٢). وبغض النظر عـن المكونات فإن مخلـوط المذيـب يوضـع فـى غرفة التطوير. وفى حالة أنظمة المذيب المحتوية على نسب عالية من مذيبـات قطبيـة فـإن الغرفـة يمكن أن تبطن بورق ترشيح للمساعدة علـى تشبيع الجـو. واللـوح يوضـع داخـل الغرفـة بحيـث أن الطرف الأسفل يغمس فـى مخلـوط المذيب وتقفل الغرفة بغطاء (الصـورة ٣). وعندمـا يـهاجر المذيـب إلى حد ١سم من قمة طرف اللوح يزال اللـوح من الغرفة.

ويمكـن تطوير الكروماتوجرافـات بالكروماتوجرافيا النازلة بإستخدام فتيلة لتغذية المذيب على طبقة الممتز. والواح ك.ط.ر TLC يمكن تعريضها للتطوير المتعدد حيث اللوح يطور جزئياً فى نظام مذيب

معين ثم يزال من الغرفة. وبعد تبخير المذيب من اللوح المطور يطور اللوح كاملاً أو جزئيــاً فى نظام مذيب آخر حيث التطوير المتعدد يسمح بفصل أحسن للمكونات. وشكل ك.ط.ر TLC الذى يطور فيه الكروماتوجرام مع الطور المتحرك فى إتجاه واحد يعرف بإسم ك.ط.ر وحيد الإتجاه one-dimensional TLC. وفى كثير من الحالات ك.ط.ر TLC و أ.ع.ك.ط.ر HPTLC وحيد الإتجاه لاتسمح بفصل كامل لكل المكونات فى المخلوط فيمكن الحصول على فصل أحسن بإستخدام ك.ط.ر TLC / أ.ع.ك.ط.ر HPTLC ثنائية الإتجاه two-dimensional وحيث تطبق العينة كبقعة على ركن واحد وتطور كاملاً فى إتجاه واحد فى نظام المذيب الأول ثم يزال اللوح من الغرفة ويبخر المذيب ثم يطور فى نظام مذيب ثانٍ فى إتجاه على زاوية قائمة بالنسبة للتطوير الأول.

تحديد المكونات المنفصلة

identification of separated components

المركبات الملونة تُرَى على الكروماتوجرام المطور ولكن المركبات غير الملونة تحتاج لتحديد بواسطة طرق كيماوية أو فيزيقية. والتحديد بواسطة طرق كيماوية عادة يشمل رش طبقة الإمتزاز للكروماتوجرام المطور بمفاعل إشتقاق derivetizing reagent والذى يتفاعل مع المكونات المنفصلة لإنتاج مشتق ملون فى المكان *in situ*. ومفاعلات غير متخصصة مثل حمض الكبريتيك واليود و ٢,'٧-ثنائى كلورو فلوريسين 2',7 -dichlorofluororescein تحدد مكونات كثيرة. ومفاعلات متخصصة تتفاعل مع مجموعات متخصصة وتحدد نقط مكونات تحتوى المجموعة مثل النينهيدرين مع الأحماض الأمينية.

والطرق الفيزيقية لتحديد المكان تشتمل عادة على الأشعة فوق البنفسجية. والألواح التجارية متاحة مغطاه بممتزات تحتوى دلائل تمتص الضوء على ٢٥٤ نانومتر ثم تبثه أو تستشعه عند الطرف الأخضر من الطيف. وعند فصل المكونات التى تمتص الأشعة البنفسجية تظهر كبقع غامقة على خلفية إستشعاع خضراء. والمركبات المروشمة بالإشعاع يمكن تحديد مكانها على ألواح ك.ط.ر TLC فيزيقياً بالتصوير الإشعاعى الذاتى أو بالنشاط الإشعاعى بالقياس فى المكان *in situ* بإستخدام ماسح إشعاعى radioscanner. وكمساعد لتحديد المكونات المنفصلة تستخدم قيم رر R_f والتى تعرف بأنها نسبة المسافة التى تحركها المركب إلى المسافة التى تحركها المذيب. ولو أن قيمة رر R_f لمركب معين فى طور متحرك معين وكذلك ممتز هو مميز جداً فإن كثيراً من العوامل بما فيها ثخانة ومحتوى الرطوبة فى الممتز ومسافة التطوير تؤثر على القيمة. لهذا السبب فإن قيمة رر R_f هى فقط لبيان نوع المركب وتأكيده يجب أن يحصل عليه بطرق أخرى. والمكونات المنفصلة يمكن تحديدها بالمقارنة مع مقاييس موثوق بها تجرى بجانب العينة إذا وجدت مثل هذه المقاييس.

جدول (٢): المواد التى تفصل بواسطة نظم ك.ط.ر TLC ذات بعد واحد.

الممتز	المواد المفصولة	نظام المذيب[1]	تفاعل التحديد[1]
ألومينا	القلويدات	ك يد كل٣	تفاعل دراجندورف Dragendorff
	أحماض أمينية (ثنائية الكربوكسيل)	٢ جزيئى ك يد٣ ك أ يد	نينهيدرين
	كربوايدرات أروماتية	ك كل٤	١٠٪ رباعي سيانوإيثيلين فى ك٦يد٦
	كاروتينات	هكسان/ك٦يد٦/إيثانول (١٠٠: ١٠٠: ١)	١٠٪ نت كل٣ فى ك يد كل٣
	صبغات غذائية (ذائبة فى الدهن)	هكسان/خلات إيثايل (٩٨: ٢)	لاشىء مطلوب
	صبغات غذائية (ذائبة فى الماء)	ماء/إيثانول/ن-بيوتانول (١: ١: ٥)	لاشىء مطلوب
	ليبيدات متعادلة	هكسان/(ك٢يد٥)٢أ/ك يد٣أيد (٩٤,٥: ٥: ٠,٥)	٠,٠٥٪ ٢'،٧'-ثنائى كلوروفلوريسين فى ميثانول
	ستيرولات	ك٦يد٦/إيثانول (٩٥: ٢)	١٠٪ حمض فوسفوتنجستيك فى ٩٠٪ إيثانول
	ستيرويدات	ك يد كل٣/إيثانول (٩٩: ١)	انيسالدهايد/يد٢كب أ٤/ك يد٣ك أيد (١: ٢: ١٠٠)، أشعة فوق بنفسجية
	فيتامينات (ذائبة فى الدهن)	تولوين	١,٣٪ ح كل٣ فى ٢ جزيئى يدكل/٠,٧٪ بوح ك ن٦ (١:١)
سيليولوز	أحماض أمينية	ن-بيوتانول/(ك يد٣)٢ك أ/(ك٢يد٥)٢ن يد/يد٢أ (١٠: ١٠: ٢: ٥)	نينهيدرين
	مضادات حيوية (ذائبة فى الماء)	ك٢يد٥أيد/بيريدين/ك يد٣ك أيد/يد٢أ (١٥: ١٠: ٣: ١٢)	نينهيدرين
	صبغات غذائية (ذائبة فى الدهن)	ن-ك٣يد٧أيد/خلات الإيثايل/ماء (٦: ١: ٣)	لاشىء مطلوب
	نيوكليوتيدات	ن-بيوتانول/(ك يد٣)٢ك أ/ك يد٣ك أيد/٥٪ ن يد٤أيد/يد٢أ (٤,٥: ١,٥: ١: ١: ٢)	٢٠٪ نت كل٥ فى ك كل٤
	نيوكليوسيدات وقواعد حرة	ماء	٢٠٪ نت كل٥ فى ك كل٤
ثنا.أ.أ.أ-سيليولوز	احماض امينية	ن-بيوتانول/ك يد٣ ك أيد/يد٢أ (٤: ١: ٥)	نينهيدرين
	نيوكليوتيدات	مشابه حمض البيوتريك/ن يد٤أيد/ماء (٣٣: ١: ١٦)	٢٠٪ نت كل٥ فى ك كل٤
ع.أ.أ-سيليولوز	نيوكليوتيدات	٠,٢٥: ١,٠: ١,٦ جزيئى لث كل فى ماء (متتابع فى كل)	٢٠٪ نت كل٥ فى ك كل٤
سيفادكس	بروتينات	٠,٥ جزيئى ص كل	١٪ أسود النفثالين فى ك يد٣أيد/يد٢أ/ك يد٣ك أيد (٥: ٤: ١)
سيليكا جل	القلويدات	ك يدكل٣/(ك يد٣)٢ك أ/(ك٢يد٥)٢ن يد (٥: ٤: ١)	تفاعل دراجندورف
	احماض امينية	ن-بيوتانول/ك يد٣ك أيد/يد٢أ (٤: ١: ١)	نينهيدرين

تابع: جدول (٢)

الممتز	المواد المفصولة	نظام المذيب[1]	تفاعل التحديد[1]
تابع:	مضادات حيوية		
سيليكا جل	ماكروليدات	ك يدكل٣/ميثانول/يد٢أ (٨٠: ٢٠: ٢,٥)	٢٠٪ حمض فوسفوموليبديك في إيثانول
	سيكلينات رباعية	بيوتانول/ك يد٣ك أيد/يد٢أ (٢: ١: ١)	٢٠٪ حمض فوسفوموليبديك في إيثانول
	ستربتوميسينات	يد٢أ/سترات ص/حمص سيتريك (١٠٠: ٢٠: ٥)	٢٠٪ حمض فوسفوموليبديك في إيثانول
	بنسيلينات	(ك يد٣)٢ك أ/ميثانول (١:١)	٢٠٪ حمض فوسفوموليبديك في إيثانول
	مضادات أكسدة	ك يدكل٣	٢٠٪ حمض فوسفوموليبديك في ميثانول .
	أحماض صفراء	(ك يد٣) بنتان/مشابه ك٥يد١١أيد/ك يد٣ك أيد (٦٠: ٢٠: ٠,٥)	٥٪ حمض فوسفوموليبديك في إيثانول/(ك٢يد٥)٢أ (١:١)
	صبغات غذائية (ذائبة في الدهن)	هكسان/(ك٢يد٥)٢أ/ك يد٣ ك أيد (٧٠: ٣٠: ١)	لاشيء مطلوب
	صبغات غذائية (ذائبة في الماء)	ك يد٣ك أيد/مشابه البيوتانول/ماء (٢: ٥: ٢)	لاشيء مطلوب
	دهون (متعادلة)	هكسان/(ك٢يد٥)٢أ/ك يد٣ك أيد (٨٠: ٢٠: ٢)	٣٪ ك يد٣ك انح في ٨٪ يد٣فوأ٤
	دهون (قطبية)	ك يد٣ ك يد٢ك أ/ن-ك٣يد٧أيد/ك يدكل٣/ميثانول/٠,٢٥٪ بوكل مائي (٢٥: ٢٥: ٢٥: ١٠: ٩)	٣٪ ك يد٣ك انح في ٨٪ يد٣فوأ٤
	زعافات فطرية mycotoxins	ك يدكل٣/(ك يد٣)٢ك أ (٩٠: ١٠)	p-انيسالدهايد/ميثانول/ك يد٣ك أيد/يد٢كب أ٤ (٠,٥: ٧٠: ١٠: ٥)
	ملدنات	ك يد٢ كل٢	٤ جزيئي يد٢كب أ٤/٢٠٪ ريزورسينول (١:١)
	سكريات أحادية وثنائية وثلاثية	ك يد٣ك ن/يد٢أ (٨٥: ١٥)	٠,٥٪ بوم أ٤
	سكريات عديدة	ن-بيوتانول/ميثانول/يد٢أ (٥٠: ٢٥: ٢٠)	٠,٥٪ بوم أ٤
	ستيرويدات	ك يدكل٣/إيثانول (٩٠: ١٠)	١٠٪ حمض فوسفوموليبديك في إيثانول
	محليات صناعية	ك يدكل٣/ك يد٣ك أيد (٩٠: ١٠)	٠,٢٪ ٢,٧′-ثنائي كلوروفلوريسين في إيثانول
	كحولات تربينية	ك يد٢كل٢	٠,٠٦٪ ثنائي فينيل بيكريل هيدرازين في ك يدكل٣
	ألدهيدات التربين	ك يدكل٣	١٠٪ نت كل٥ في ك كل٤
	فيتامينات (ذائبة في الدهن)	هكسان حلقي/ك٢يد٥ك يد٣ك أ (٧٥: ٢٥)	أشعة فوق بنفسجية
	فيتامينات (ذائبة في الماء)	ك يد٣ك أيد/(ك يد٣)٢ك أ/ ميثانول/ك٦يد٦ (٥: ٥: ٢٠: ٧٠)	أشعة فوق بنفسجية

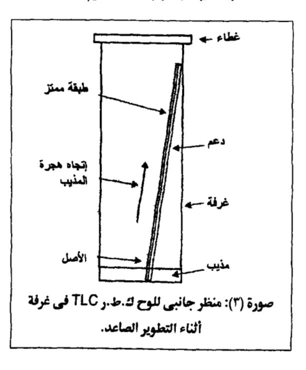
تابع: جدول (٢)

الممتز	المواد المفصولة	نظام المذيب[1]	تفاعل التحديد[1]
عديد الأمايد	أنثوسيانينات	ك يد٣ك أيد/يدكل/ماء (١٠: ١: ٣)	١٠٪ حمض أكساليك فى (ك يد٣)٢ك أ/ ماء (١:١) أشعة فوق بنفسجية
	مضادات أكسدة	ميثانول/(ك يد٣)٢ك أ/يد٢أ (٦: ١: ٣)	١٠٪ حمض فوسفوموليبديك فى إيثانول
	فلافونويدات	(ك يد٣)٢ك أ/٩٥٪ إيثانول/يد٢أ (٢: ١: ٢)	٢٥٪ خلات رصاص فى محلول مائى قاعدى
كيسلجور	سكريات	خلات الإيثايل/مشابه لث يد٣أيد/يد٢أ (١٣٠: ٥٧: ٢٣)	٢,٠٪ نافتوريزورسينول فى إيثانول/ ١٠٪ يد٢فوأ٤
	بضع سكريات	مشابه لث يد٣أيد/ك يد٣ك يد٢ك أ (٦٥. ٣٥)	٠,٢٪ نافتوريزورسيول فى إيثانول/ ١٠٪ يد٢فوأ٤
	صبغات غذائية (ذائبة فى الدهن)	هكسان حلقى	لاشىء مطلوب

ثا.أ.أ.أ-سيليولوز: ثنائى إيثيل أمينوإيثيل سيليولوز DEAE-cellulose: diethylaminoethyl cellulose

ع.أ.أ-سيليولوز: عديد إيثيلين إمين سيليولوز PEI-cellulose: polyethyleneimine cellulose

أ: تناسب المذيبات بالحجم. لث: ليثيوم Li: Lithium. نت: أنتيمون Sb: Antimony.



صورة (٣): منظر جانبى للوح ك.ط.ر TLC فى غرفة أثناء التطوير الصاعد.

تحديد كمية المكونات المفصولة

quantification of separated compounds

يمكن كشط مساحات من الممتز تحتوى المركبات من الدعم ويملز المركب من الممتز بإستخدام مذيبات مناسبة والمركبات يمكن تقديرها بعد ذلك حجمياً أو بإستخدام طريقة خاصة مثل قياس محتوى الفسفور أو السكر. ويمكن تعريض الكروماتوجرامات المطورة لماسح لقياس الكثافة scanning densitometry والمكونات المفصولة تحدد كمياتها على أساس شدة المنافذة transmittance أو الإستشعاع أو الإنعكاس تبعاً لطبيعة المركب والصبغة المستخدمة. والمركبات المروشمة بالإشعاع فإن ماسحات الإشعاع radioscanners يمكنها تحديد كمية النشاط الإشعاعى الموجود فى المكونات الخاصة. وبالتبادل يمكن كشط حزم من الممتز تحتوى المركبات إلى قنينة الومضات scintillation vials وتقاس مباشرة لمحتوى النشاط الإشعاعى بواسطة عد الوميض السائل liquid scintillation بعد إضافة سائل وميضى مناسب.

كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة التحضيرية preparative TLC

يمكن إستخدام كروماتوجرافيا الطبقة الرقيقة على نطاق تحضيرى فالعينة يمكن تطبيقها كخط عبر الأصل فى اللوح التحليلى وتُحدد كمية العينة طول الخط. وألواح ك.ط.ر TLC محضرة خصيصاً ومغطاة بطبقات ألخن من الممتز يمكن أيضاً الحصول عليها بحيث تأخذ كميات كبيرة من العينات. ولكن هذه الألواح ينقصها قوة فصل الألواح التحليلية وبعد رؤية المواد المفصولة غير الهادمة فالحزمة من الممتز التى تحتوى المركب المقصود تكشط من الدعم ويملز المركب بإستخدام مذيب مناسب.

صيغ الكروماتوجرافيا modes of chromatography

ك.ط.ر TLC تخضع للأسس الأساسية لكروماتوجرافيا السائل وأكثر صيغ الكروماتوجرافيا المستخدمة فى ك.ط.ر TLC هو كروماتوجرافيا الإمتزاز adsorption chromatography ولو أنه يمكن إستخدام صيغ أخرى. ومع السيليكا والسيلايت celite والكيسلجور والسيليولوز آلية الفصل هى كروماتوجرافيا الإمتزاز إذا كان الممتز على اللوح خالياً تماماً من الماء. ونظام المذيب هو من مخلوط غير قطبى، ولكن إذا كان الماء موجوداً فى الممتز أو إذا كان نظام المذيب يحتوى على مكون قطبى عالٍ فإن الفصل يكون بكروماتوجرافيا التقسيم partition chromatography حيث المكونات تقسم بين الطور السائل المتحرك والطور السائل الساكن/الثابت. وسيليكاجل السيلانية silanized حيث مجموعات سيلانول silanol السطحية للسيليكا تكون مُسَيْلَنَة silylated بكلورو سيلانات chlorosilanates وتفصل بكروماتوجرافيا التقسيم.

والألومينا تفصل المكونات بالإمتزاز adsorption ولكن يتوقف على طبيعة السطح وعلى نظام المذيب فإنه يمكنها أيضاً أن تعمل كمبادل أيونى. والسيليلوز المحور مثل ثنائى إيثايل أمينو إيثايل سيليولوز (ثنا.أ.أ.أ diethylaminoethyl (DEAE cellulose يمكن إستخدامه فى فصل تبادل أيونى على ك.ط.ر TLC. وكذلك الفصل بكروماتوجرافيا إستبعاد الحجم size exclusion chromatography يمكن إجراؤه مع ألواح ك.ط.ر TLC مغطاه بجل السيفاديكس Sephadex gel ولكنه أبطأ وأقل سهولة عن الأشكال الأخرى لـ ك.ط.ر TLC. وعديد الأميدات مثل عديد سداسى ميثيلين ثنائى أمينو أديبات polyhexamethylenediaminoadipate يمكن أن يستخدم كممتز لفصل مكونات تتفاعل معها بالربط الأيدروجينى.

وألواح ك.ط.ر TLC متاحة سابقة التغطية بطور سيليكا جل معاكس والذى سبق تشبيعه بمفاعل تشيرال chiral وأيونات نحاس. وهذه يمكن إستخدامها فى فصل مشابهات منشطة ضونياً مثل الأحماض الأمينية بواسطة كروماتوجرافيا تشيرال على أساس تبادل الربيطة ligand.

التطبيقات applications

الطرق المستخدمة حقيقة لتحضير العينات من الأغذية للتحليل بواسطة ك.ط.ر TLC تتوقف على

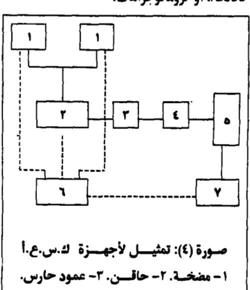
طبيعة المواد المختبرة. وكثير من المواد تشتمل على إستخلاص الأغذية بواسطة مذيب مناسب ويتبع ذلك خطوات ترسيب أو ترشيح لفصل أقسام ألمركبات التى ليست ذات إهتمام. وإختيار الممتز ونظام المذيب المستخدم فى ك.ط.ر TLC تمليه طبيعة العينة.

كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء
high-performance liquid chromatography

كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء (ك.س.ع.أ HPLC) هى شكل أداة من كروماتوجرافيا السائل تستخدم أطوراً ثابتة تتكون من جسيمات صغيرة وبذا تحقق فصل أكثر كفاءة عن ذلك المستخدم فى كروماتوجرافيا السائل التقليدية وقد عرفت بأسماء كروماتوجرافيا السائل عالية الضغط high-pressure وكروماتوجرافيا السائل عالية الفصل high-resolution. كذلك سيتم الكلام عن كروماتوجرافيا السائل سريعة-البروتين (ك.س.س.ب fast-protein liquid (FPLC chromatography وكروماتوجرافيا السائل فوق الحرجة (ك.س.ف.ح supercritical fluid (SFC chromatography.

ترتيبات مفيدة
instrumental configurations

الصورة (٤) تظهر المكونات الرئيسية لنظام ك.ع.س.أ HPLC فالمكونات تتكون من عمود مرصوص بطور ثابت وقوة دافعة تدفع المذيب خلال العمود (مضخة) ونظام لإدخال العينة فوق العمود (حاقن) ونظام (مُكْتَشِف detector) لقياس خاصية فيزيقية للمذيبات التى يتم تحليلها والتى تختلف عن خواص المذيب أو خاصية للطور المتحرك التى تتغير بوجود المذاب، ونظام لتسجيل إشارات المكتشف وتحولها إلى آثار بيانية graphic traces أو كروماتوجرامات.



صورة (٤): تمثيل لأجهزة ك.س.ع.أ
١- مضخة. ٢- حاقن. ٣- عمود حارس.
٤- عمود ٥- مكتشف . ٦- ضابط. ٧- مسجل.

ومذيب واحد كثيراً مايستخدم للفصل (isocratic elution) ولكن نسباً مختلفة من مذيبات مختلفة تستخدم كثيراً (تمليز متدرج (gradient elution) وفى هذه الحالة يحتاج إلى نبيطة متدرجة gradient device. وعدد من المساعدات مثل ضوابط الضغط وصمامات لتحويل المذيبات وصمامات لتحويل الأعمدة وأفران لتسخين الأعمدة ... الخ تستخدم كثيراً. ومعظم الكروماتوجرافيا يضبطها حاسوب الآن والذى يستخدم أيضاً لتجميع البيانات.

المذيبات solvents

طبيعة المذيب تعتمد على صيغة الفصل الكروماتوجرافي المستخدم ولكن هناك سلسلة من الإحتياطات والتي هي عامة في كل أنواع ك.س.ع.أ HPLC يجب أن تتخذ عندما تحضر المذيبات. ولأن الأعمدة لها فُرَيْتات frits عند النهاية للإحتفاظ بالمرصوص في مكانه فالمذيبات يجب أن تكون خالية من الجسيمات وبالتالي يجب أن ترشح خلال أغشية لها حجم ثغر ٠,٥ ميكرومتر أو أقل قبل الإستخدام. كذلك يجب تجنب تكون أي فقاقيع حيث الفقاقيع قد تسبب إختلافات في معدل الإنسياب إذا وصلت المضخة أو إضطرابات في الكروماتوجرام إذا وصلت أو كونت في خلية المكتشف. وعلى ذلك فالمذيبات يجب أن يزال منها الغاز بغمس القارورة المحتوية على المذيب في حمام فوق صوتي ultrasonic أو يُدْفَق المذيب بتيار من الهيليوم helium أو نتروجين قبل وصوله للكروماتوجرام. ولذا يدفع تيار صغير من الهيليوم خلال المذيب أثناء عمل الكروماتوجرام لمنع أخذ هواء. ولمنع تكون فقاقيع في قلب المُكْتَشِف مع إزالة الضغط فإن مقيداً restrictor يوضع عادة على مخرج خلية المُكْتَشِف.

المضخات pumps

المضخة هي لنظام لتوصيل المذيب من خزان المذيب إلى العمود خلال الحاقن injector. وأساساً هناك نوعان من المضخات: مضخات ضغط ثابت ومضخات معدل إنسياب ثابت والأخيرة أكثر إستخداماً في ك.س.ع.أ HPLC. ومضخات الضغط الثابت أقل تكلفة وسهلة العمل ولكن معدل الإنسياب قد يختلف مع تغيرات لزوجة الطور المتحرك بسبب تموجات درجة الحرارة أو تجمع مكونات العينة غير الذائبة في العمود. وهذه الإختلافات في معدل الإنسياب تؤثر في وقت الإحتفاظ وقد تؤثر أيضاً في الفصل resolution فتزيد من الصعوبة في التحليل الكمي والوصفي. أما مضخات معدل الإنسياب الثابت فتستطيع الإحتفاظ بميزة زمن الإحتفاظ بغض النظر عن التغيرات في لزوجة المذيب. وهذا النوع من المضخات يحتوي على مضخة محقنة syring pump أو التي تتكون من إسطوانة تحتوي على الطور المتحرك والذي يدفع بواسطة كباس piston وهذا الكباس يدار بواسطة موتور حتى يضمن إنسياب ثابت خالٍ من الذبذبات وهذا النوع من المضخات يمكنه أن يصل إلى ضغوط عالية نسبياً ولكن الصيانة وتغيير المذيبات معقدان.

والمضخات الترددية reciprocating pumps – وهو نوع من مضخات معدل الإنسياب الثابت constant-flow-rate pump – تستعمل كثيراً وسعرها يختلف بإختلاف تعقد التصميم وعيبها الأكبر هو أنها تولد ذبذبات قد تسبب ضوضاء في المُكْتَشِف. والمضخات ذات الكباس الواحد أقلها تكلفة ولها حدبة/كامة دائرة مختلفة المركز rotating eccentric cam والتي تدفع المقداح /الكباس plunger مفرغة السائل خلال صمام ذي سكة واحدة one-way valve. والمضخات

المزدوجة لهما مقداحان يداران بواسطة موتور/محرك واحد ولهما كامة/حدبة مشتركة. وهذا الترتيب معناه أنه أثناء مايكون أحد المقداحين فى طور الإفراغ فإن الآخر يكون فى طور الأخذ وبذا يضيف إلى بروفيلات معدل الإنسياب المزدوج superimposing the two-rate profiles وينقص من الذبذبات بدرجة كبيرة. وفى هذا النوع من المضخات التوصيل من خزان المذيب هو مستمر وتغيير المذيبات سريع.

الحاقنات injectors

توصيل العينة للعمود هو أحد الخطوات الحرجة فى ك.س.ع.أ HPLC ومثالياً يجب أن تصل العينة للعمود فى شكل قطيرة صغيرة جداً لايحدث لها إنتشار والذى قد يُعَرِض عرض الحزمة الكروماتوجرافية وبذا يقلل الفصل resolution. وعدة طرق تستخدم لإيصال العينة إلى العمود. وفى الحاقنات على العمود on-column injectors تدخل العينة خلال محقنة والتى تعبر حجاباً septum وتمكن الكمية المرغوبة من العينة من أن توضع على مدخل العمود. وفى هذه الطريقة الطور المتحرك ينساب بإستمرار خلال العمود، وحاقنة وقف الإنسياب stop-flow injector هو تغيير لهذا النوع من الحاقنات فيها توقف المضخة قبل أن تدخل المحقنة ويحقق الحقن عندما ينخفض ضغط العمود إلى الضغط الجوى. وتتميز هذه الحاقنات بأنها غير مكلفة وذات تركيب بسيط ولكنها لاتقلل الكفاءة ولكن تكرار النتائج فقير وهى لاتصلح لضغوط عمل عالية بجانب أنها معقدة فى العمل.

وتستخدم حاقنات الصمام valve injectors حيث تسلم العينة على عمود مضغوط pressurized column مع وقف إنسياب غير ملحوظ فتوضع العينة بواسطة محقنة فى عروة خارجية external loop ويدار مختار الصمام valve selector فيمر الطور المتحرك خلال العروة فى طريقه إلى العمود وعلى ذلك فالصمام له وضعان: وضع تحميل ووضع حقن. وتكرار حقن عالٍ يتحقق بهذه الحاقنات. وتأثير تعريض الحزمة يقارن بـ أو هو أعلا بعض الشيء عن ذلك الذى يحصل عليه بإستخدام حاقنات محقنة أعلى العمود. وعيب هذه الحاقنات أن هناك قطع لحظى فى إنسياب الطور المتحرك الذى قد يضر العمود. ولتجنب هذا المشكلة قد يوضع ممر تحويل bypass بحيث يكون هناك دائماً إنسياب ثابت للطور المتحرك من المضخة إلى العمود.

وحاقنات آلية تستطيع تحليل ١٠٠ عينة بدون وجود عامل على أساس نفس آلية حاقنات الصمام. وكذلك هناك حاقنات مجهزة بنظام من الصمامات توصلها إلى عدة أعمدة، مما يُمَكِن الأعمدة أن تُحَوَل بدون وقف الإنسياب.

الأعمدة columns

الأعمدة المستخدمة عادة فى ك.س.ع.أ HPLC تتكون من أنابيب صلب غير قابل للصدأ أو لدائن أو زجاج تبلغ ١٥ إلى ٢٥سم فى الطول ومرصوصة

بجسيمات صغيرة القطر (٣-٢٠ ميكرومتر). والقطر الداخل للعمود طبيعياً مابين ٢-٥مم.

والأعمدة ذات الأقطار الداخلية الصغيرة (أعمدة ثقب صغير microbore) موجودة وهي تشبه الأعمدة السابق شرحها ولكن القطر الداخلي مابين ٠,٥ - ٢ ممم وطولها من ١٠ - ٢٥ سم. وحجم الجسيمات المرصوصة عادة يتراوح مابين ٣ - ٥ ميكرومتر. وهذه الأعمدة مناسبة للإستخدام عندما تكون العينات المتاحة صغيرة أو إذا أريد إستهلاك مذيب أقل. وطول الأعمدة التقليدية أو ذات الثقب الصغير يُحَدْ أساساً بالضغط المطلوب لدفع المذيب خلال العمود والذى يتناسب عكسياً مع حجم الجسيمات المستخدمة فى الرص. وأقل قطر للعمود محدد بتأثير جدر العمود التى تسبب أن جزيئات من المذاب التى تنساب بجوار الجدار تتحرك بسرعة أقل عن تلك المنسابة خلال مركز العمود، مما يؤدى إلى زيادة عرض الحزمة الكروماتوجرافية.

وأعمدة شعرية مفتوحة تشبه تلك المستخدمة فى كروماتوجرافيا الغاز قد أستخدمت فتصنع أنبوبة العمود من زجاج ذى ٢٠ - ٥٠ ميكرومتر فى القطر وطولها عدة أمتار. والطور الثابت يرتبط كيماوياً بجدار حائط الأنبوبة. وتحضر الأعمدة الشعرية برص الأنبوبة بجسيمات حجمها ٥ - ٣٠ ميكرومتر ثم تسخن وتسحب الأنبوبة إلى قطر داخلى من ٥٠ - ١٢٥ ميكرومتر.

وبجانب العمود الذى يجرى عليه الفصل فإن هناك نوعان آخران من الأعمدة يستخدمان فى ك.س.ع.أ HPLC لحماية عمود التحليل. وهى أعمدة إبتدائية أو أعمدة حارسة guard columns وتوضع الأعمدة الإبتدائية بين المضخة والحاقن لتشبيع الطور المتحرك بالطور الثابت وبذا تمنع ذوبان الطور الثابت فى عمود التحليل. أما الأعمدة الحارسة فتوضع بين الحاقن والعمود الرئيسى من أجل المحافظة على مكونات العينة التى ربما تصبح ممتزة بإستمرار/دائماً على عمود التحليل وبذا تؤثر على كفاءة ونفاذية العمود. وكلا الأعمدة الإبتدائية والأعمدة الحارسة عادة تعمل من مادة شبيهة بتلك المستخدمة فى عمود التحليل.

وتجرى الكروماتوجرافيا عادة على درجة الحرارة المحيطة ولكن قد يصبح من الضرورى تنظيم درجة حرارة العمود أو عمل الفصل على غير درجة حرارة الحجرة وهذا يتطلب أقساماً مجهزة بترموستات (أفران) وأنظمة تسخين وتبريد الأعمدة.

المُكْتَشِفَات detectors

من أجل أن تكون المحددات مناسبة للإستخدام فى ك.س.ع.أ HPLC لابد وأن تقابل عدداً من الإحتياجات. وأول وأهم تصميم هو أن المكتشف يجب أن يمنع تعريض عرض الحزمة الكروماتوجرافية لضمان أن الفصل الذى يحدث على العمود لايتلف فى المكتشف. بجانب أن وقف الإستجابة يجب أن يكون قصيراً وأن الإستجابة يجب أن تكون خطية linear على مدى تركيزات عريضة بدرجة كافية.

والمكتشفات المستخدمة بكثرة هى مكتشف معامل الإنكسار *refractive index* والمكتشف

المضوائى photometric والمكتشف الإستشعاعى fluorescence.

ومكتشفات معامل الإنكسار تقيس الفرق مابين معامل الإنكسار للطور المتحرك ومعامل إنكسار مُمْلّز العمود. وهى مكتشفات عامة حساسة جداً لتغيرات بسيطة فى طور التحرك وحتى لتغيرات صغيرة فى درجة الحرارة أو الضغط وهذه الحساسية تعنى أنه للحصول على نسبة إشارة إلى ضوضاء مناسبة فهى تستطيع فقط إكتشاف تركيزات المذاب مقدرة بالميكروجزىء. وهى غير مناسبة للعمل مع ظروف تدريجية.

والمكتشفات الضوئية تقيس الإمتصاص فى الأشعة البنفسجية (ش.ب UV) أو الضوء المرئى لكل المكونات فى مُمْلّز العمود. وهى عموماً أقل من مكتشفات معامل الإنكسار شمولاً ولكنها لنفس السبب أكثر تخصصاً. وهذا النوع من المكتشفات يستطيع تحديد نانو جزيئات بفرض أن المركب يحتوى حامل لون chromophore قوى. وأنواع المكتشف الضوئى الثلاثة المستخدمة أكثر من غيرها هى مكتشفات طول الموجة الثابتة fixed-wavelength detectors ومكتشفات طول الموجة المختلفة variable-wavelength ومكتشفات الصمام الثنائى diodeanwy detector. وهذا النوع الأخير من المكتشفات يستطيع أداء تحليل طيفى كامل لمُمْلّز العمود على هيئة مستمرة أى بدون وقف الإنسياب.

أما المكتشفات الإستشعاعية fluorimeter detector فهى أكثر تخصصاً وأكثر حساسية عن المكتشفات الضوئية ولكن المدى الطولى لها أصغر. وحدود الإكتشاف هى فى حدود البيكوجزيئات picomoles للمركبات الإستشعاعية المناسبة وهى مفيدة جداً فى تحليل المكونات الآثار.

والمكتشفات الكهربية الكيماوية electrochemical هى كثيرة الإستخدام فى ك.س.ع.أ HPLC وهى تأتى فى نوعين: أمبيرومترية amperometric ومكتشفات توصيلية conductometric. والمكتشفات الأمبيرومترية عالية الحساسية ولكنها تصلح لإكتشاف مواد التحليل التى يمكن أكسدتها أو إختزالها. بينما المكتشفات التوصيلية فهى متوسطة الحساسية وتستطيع إكتشاف الأيونات السالبة والموجبة. وهذا النوع من المكتشفات هو المستخدم عادة فى كروماتوجرافيا التبادل الأيونى.

وإشتقاق derivatization المكونات التى يتم تحليلها قد يستخدم أحياناً لزيادة حد الإكتشاف أو التخصص.

وطيف الكتلة (ط.ك MS) يستخدم الآن كنظام إكتشاف على الخط فى ك.س.ع.أ HPLC. وإزدواج ط.ك MS و ك.س.ع.أ HPLC لازال فى مرحلة التطوير. وأعتبر طيف الكتلة المكتشف المثالى حيث يَمُدْ بمعلومات عن تركيب المكونات.

تطبيقات مختارة selected applications

الأعمدة والمكتشفات المختلفة تجعل إستخدام ك.س.ع.أ HPLC فى تحليل المكونات غير الطيارة فى الأغذية ممكن سواء كانت موجودة طبيعياً أو مضافة.

تقنيات مرتبطة related techniques

كروماتوجرافيا السائل سريعة البروتين (ك.س.س.ب FPLC) هى طريقة كروماتوجرافية سريعة وتستخدم ضغطاً خلفياً منخفضاً نسبياً relatively low back-pressure لدفع معدلات الإنسياب العالية والتى يحدث عندها الفصل ولذا خطر المسخ المتسبب عن قوى القص shearing forces ينقص بجانب أن المكونات الميكانيكية تقاوم المنظمات التآكلية كما أنه لايوجد تلوث أو تثبيط للمكونات. فيمكن إجراء فصل بإستخدام تقنيات إستبعاد الحجم والتفاعلات غير المحبة للماء والتأبير الكروماتى وتبادل الأيونات وكروماتوجرافيا الطور المعكوس. وهذه الطريقة طورت لفصل وتنقية الجزيئات الحيوية وهى صالحة جداً لفصل مشابهات الإنزيمات isoenzymes والأنواع الجزيئية التى لها شبه بخواص الشحنة. كما أنها تستخدم للتمييز بين أنواع اللحوم أو الحبوب المختلفة.

وكروماتوجرافيا السائل فوق الحرج (ك.س.ف.ح SFC) تتصل بـ ك.س.ع.أ HPLC وتستخدم كطور متحرك سائل فوق حرج أى سائل على ضغط ودرجة حرارة أعلا من النقطة الحرجة. وخواص السوائل فوق الحرجة متوسطة بين الغازات والسوائل. ونظراً لإنتشارها الأعلا ولزوجتها الأقل بالمقارنة بالسوائل فإن كفاءة عالية يمكن تحقيقها مع زمن تحليل أقصر عن تلك المستخدمة عادة بإستخدام ك.س.ع.أ HPLC.

والميزة الأساسية فى ك.س.ف.ح SFC بالنسبة لكروماتوجرافيا الغاز (ك.غ GC) هى مقدرة تحليل مكونات تمسح مدى متسعاً من المواد الطيارة وكذلك مكونات حساسة للحرارة. وفى نفس الوقت ك.س.ف.ح SFC يتوافق أيضاً مع كثير من المكتشفات المستخدمة عادة فى ك.غ GC أو ك.س.ع.أ HPLC كما أن إزدواج ك.س.ف.ح SFC مع ط.ك MS هو عملية سهلة.

ودرجة الحرارة الحرجة للسوائل فوق الحرجة المستخدمة كطور متحرك هى بين صفر، ٢٠٠°م والضغط الحرج لهذه السوائل يجب ألا يكون مرتفعاً جداً. ويستخدم بكثرة ثانى أكسيد الكربون وأكسيد النتروز والألكانات alkanes (مثل ن-بنتان *n*-pentane) والزينون xenon وكلها غير قطبية تستعمل بكثرة. والأمونيا يمكن إستخدامها لتمليز المذابات القطبية وكذلك مخاليط من أطوار بأى طور متحرك غير قطبى يحتوى كمية صغيرة من مذيب عضوى يعرف بإسم المُحَوِّر modifier يمكن إستخدامه.

وكروماتوجرافيا السائل فوق الحرج يمكن إداؤها على شعيراتها أو أعمدة مرصوصة أو مرصوصة بدقة micropacked. والأطوار الثابتة يجب أن تتشابك cross-linked والا فإن السوائل فوق الحرجة وهى مذيبات ممتازة للبوليمرات يمكنها إستخلاص الطور الثابت. والأينانتيومرات enantiomers يمكن فصلها بإستخدام أطوار تشيرال chiral. والأجهزة المستخدمة فى ك.س.ف.ح SFC شبيهة بتلك المستخدمة فى ك.س.ع.أ HPLC وتتكون أساساً من مضخة محقن ضغط عالٍ وحاقن وصمام مانع restrictor أو بعد العمود post-column للمحافظة على الطور المتحرك فى ظروف فوق حرجة داخل عمود الكروماتوجرافيا.

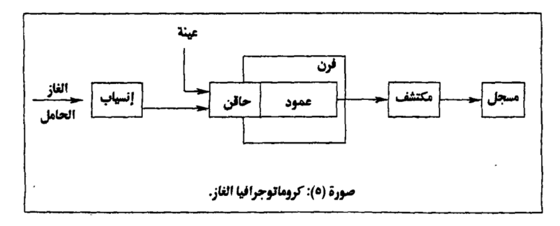
وكثافة السائل عادة تبرمج لضبط إختيارية الطور المتحرك حيث أن الخواص الفسيوكيماوية للسوائل فوق الحرجة (قوة الذوبان واللزوجة والإنتشار) كلها تتوقف على الكثافة. وأستخدمت هذه الطريقة في تحليل الأغذية (الدهون والجبن والقهوة ... الخ) وفصلت بها الأحماض والكحولات والدهن والكربوايدرات والفيتامينات والتربينات.

كروماتوجرافيا الغاز Gas chromatography

كروماتوجرافيا الغاز تشتمل على جميع طرق الكروماتوجرافيا التي فيها الطور المتحرك هو غاز. وصيغ كروماتوجرافيا الغاز (ك.غ GC) تشير إلى الآلية المستخدمة للإحتفاظ بالمذاب solute في الطور الثابت. ويمكن إستخدام الممتزات الصلبة أو السوائل الموزعة على داعم خامل على شكل فلم رقيق ذي مساحة سطح كبيرة نسبياً. وفي الممتز الصلب يحدث الفصل نظراً لآلية إمتزاز وفي هذا النوع من الكروماتوجرافيا حيث الطور المتحرك غاز والطور الثابت صلب يعرف بإسم كروماتوجرافيا غاز-صلب (ك.غ.ص GSC). وفي الممتز السائل يحدث الفصل على أساس آلية تقسيم بين الطور السائل الثابت والطور الغاز المتحرك ويعرف هذا النوع من الكروماتوجرافيا بإسم كروماتوجرافيا غاز-سائل (ك.غ.س GLC). وفي ك.غ GC تُطَيَّر العينات وتنقل بواسطة الطور المتحرك (الغاز الناقل) إلى العمود حيث يحدث الفصل. وتصل مكونات المخلوط إلى نهاية العمود مفصولة تقريباً مع الزمن وهناك يتم إكتشافها وإذا ناسب الأمر يمكن إستعادتها. والعينات المعرضة لتحليل ك.غ GC يجب أن تكون متطايرة على درجة حرارة التحليل لضمان بقائها في الطور البخاري ومع ذلك فيجب أن تكون ثابتة بدرجة بحيث لايحدث لها تَغَيُّر أثناء العملية الكروماتوجرافية. وفي بعض العينات يجب إشتقاقها لتُعَزز تطايرها وثباتها الحراري.

الأجهزة equipment

كروماتوجرافات chromatographs الغاز تتكون من ثلاثة أجزاء رئيسية: ١- الحاقن أو نظام لتقديم العينة. ٢- العمود حيث يحدث الفصل. ٣- المكتشف detector. والصورة (٥) تبين المكونات الرئيسية لكروماتوجرافيا الغاز.



صورة (٥): كروماتوجرافيا الغاز.

الحاقن injector

الغرض من الحاقن هو تبخير العينة (في حالة العينات غير الغازية) ولتقديمها في تيار الغاز الحامل حتى تحمل سريعاً إلى مدخل العمود وبذا تقلل تعريض عرض الحزمة كما أنه يجب منع التغذية الخلفية feed back للعينة حيث أن هذا يؤدي إلى ليس فقط حزمة أعرض ولكن أيضاً إلى ظهور قمم كاذبة. ويتكون الحاقن من غرفة سهلة التنظيف عند مدخل العمود وحجمها الداخلي صغير وتسخن إلى درجة حرارة عالية بدرجة كافية لتبخير أقل المكونات تطايراً في العينة. وتحقن العينة خلال حاجز مطاط بإستخدام محقنة صغيرة، ويوصل مصدر حامل غاز عادة بمنظم ضغط إلى الحاقن والغاز الحامل غاز خامل عادة نتروجين أو هيليوم أو أرجون وقد يستخدم الأيدروجين. وفي الأعمدة التقليدية أو المرصوصة فكل حجم العينة يحقن في العمود وبعض الأنظمة تسمح للعينة أن توضع مباشرة على مدخل العمود أي كما في الحقن على العمود on-column injection. ولما كانت العينة المحقونة يجب ألا تزيد على مقدرة العمود فإن حجم العينة يجب أن يكون أصغر عندما تستخدم أعمدة شعرية وبالتالي حاقنات أكثر تطوراً تستخدم مع هذه الأعمدة. والحاقنات الأكثر إستخداماً تعد بمجزئات الإنسياب splitters والتي بواسطة صمام تقّسِم/تُجَزِىء العينات قبل أن تصل إلى مدخل العمود بحيث أن جزءاً صغيراً فقط يدخل العمود والباقي يخرج من النظام. ويتوقف على التصميم، فإن أنظمة الحقن هذه قد تعيق تقدير الكميات في المخاليط التي تحتوي مكونات تشمل مدى متسعاً من المواد المتطايرة بسبب الإختيار التفضيلي لبعض المكونات بالنسبة لغيرها. والحقن على العمود قد يستخدم مع الأعمدة الشعرية.

ونوع آخر من الحقن مع مجزئات الإنسياب يستخدم أنظمة عدم الإشتقاق splitless systems حيث الحقن يجري أولاً ومجزئات الإنسياب مقفولة وبعد بضع لحظات بعد أن تكون معظم العينة قد دخلت العمود فالصمام يفتح لإزالة بقية العينة المتبقية في الحاقن.

وهناك طريقة حقن أخرى مصممة لتجنب مشكلة الإختيار التفضيلي المذكورة سابقاً بإستخدام مبخر درجة حرارة مبرمج (ب.د.ب PTV) الذي يسمح لمبخر درجة الحرارة أن يبرمج. والعينة قد تحقن على درجة حرارة منخفضة ثم يسخن الحاقن لتبخير العينة بعد ثوان قليلة.

وإذا استخدم نظام غير مناسب فإن عرض الحزمة قبل العمود يزيد منتجاً قمماً عريضة في الكروماتوجرام مع كفاءة عمود منخفضة.

العمود column

يتكون العمود من أنبوبة زجاج أو معدن في فرن معد بثرموستات. ويبلغ طول العمود من ١ إلى ٢٠٠ متر مع قطر داخلي بين ٠,١ ، ٥٠٠مم. وهذا هو الجزء من الكروماتوجراف حيث يحدث الفصل ولذا فهو أهم جزء في الجهاز. وأثناء الفصل فالعينة تمتز بواسطة أو تذاب في الطور الثابت مبتدلة عند مدخل العمود مؤسسة توازناً بين الأطوار الثابتة والمتحركة. وتحمل مكونات المخلوط التي يتم تحليلها خلال العمود بواسطة الغاز الحامل

بمعدلات مختلفة تتوقف على معاملات التوزيع المقابلة عند درجة حرارة التحليل.

ولفصل المكونات يحدث على طول العمود ويتوقف على قوى الإنجذاب/الميل المختلفة للطور الثابت للمكونات حيث أن كل المكونات تتحرك بنفس معدل الغاز الحامل عندما يوجدوا في الطور المتحرك. وقد تم تطوير عدد مختلف من الأعمدة لـ ك.غ.س GLC وترص الأعمدة التقليدية بداعم حبيبى سطحه مغطى بطور ثابت من فلم أو سائل. ويبلغ طول الأعمدة ١ إلى ١٠م مع أقطار داخلية من ٢ - ٤ مم للأعمدة التحليلية وحتى ٥ سم للأعمدة التحضيرية. وحيث أن هذه الأعمدة تحتوى كميات كبيرة جداً من الطور الثابت لكل وحدة طول فإن مقدرتها التحميلية load capacity عالية ولكن نفاذيتها منخفضة مما يُكون تحديداً عملياً لتطوير الأعمدة الطويلة.

والأعمدة المرصوصة الشعرية capillary packed columns هى نوع أخر من الأعمدة المستخدمة فى ك.غ GC وهى تشبه الأعمدة المرصوصة الموصوفة أعلاه ولكن قطرها الداخلى عادة لايتجاوز ١مم. والأعمدة الشعرية المفتوحة وخاصة الأعمدة الأنبوبية المفتوحة مغطاه الحوائط أ.أ.ف.غ.ح WCOT تتكون من أنبوبة شعرية ذات قطر داخلى ٠,١ إلى ٠,٧٥مم. والطور الثابت يرسب على أو يرتبط بالسطح الداخلى لجدار العمود نفسه والذى يعمل كداعم. والأعمدة من هذا النوع لها قيم نفاذية أعلا ويمكن أن تصل إلى طول من ٢٠٠ - ٣٠٠ م وإن كان ٢٥ - ٥٠ متر هو المدى الأكثر إستخداماً. وبالعكس فإن مقدرة التحميل منخفضة بسبب نسبة الطور العالى أى الكمية الصغيرة من الطور الثابت لكل وحدة طول عمود.

والأعمدة الشعرية مع طبقات ذات ثغور تحتل مكاناً متوسطاً بين أ.أ.ف.غ.ح WCOT والأعمدة المرصوصة. فهذه الأعمدة لها مساحة سطح داخلية أعلا من أجل تقليل نسبة الطور وبالتالى تُزيد من مقدرة التحميل، بينما أسْتُخْدِمَت لزيادة مساحة السطح الداخلى للأعمدة. وفى الأعمدة الأنبوبية المفتوحة المغطاه بالمدعم أ.أ.ف.غ.ع SCOT فإن طبقة من المدعم الصلب ذى الثغور ترسب على جدار العمود الداخلى والتى تغطى بعد ذلك بالطور الثابت. أما فيما يسمى الأعمدة الأنبوبية المفتوحة ذات طبقة الثغور أ.أ.ف.ط.ث PLOT فإن جدار الأنبوبة الداخلى يعامل كيماوياً لخلق سطح ذى ثغور وعليه يرسب الطور الثابت. والتجويف المركزى central lumen للأنبوبة الشعرية يترك فارغاً فى كلا النوعين. وهذان النوعان من الأعمدة يمكن إستخدامهما فى ك.غ.ص GSC إذا كانت طبقة الثغور غير مغطاه بالطور الثابت.

المكتشف detector

المكتشف يوجد عند مخرج العمود ويحافظ عليه بثرموستات على درجة حرارة مساوية أو أعلا من درجة حرارة العمود. وهو يقيس بإستمرار خاصية فيزيقية (توصيل حرارى أو تيار التأين أو الميل الأليكترونى ... الخ) للغاز الحامل والذى يتغير جوهرياً بوجود تركيزات صغيرة جداً من المواد

التى تحلل. وعموماً فهى تعطى إشارة اليكترونية والتى يتم تضخيمها وقياسها وأخيراً تسجيلها بأى نظام بيانات مكتسب.

ومكتشفات كروماتوجرافيا الغاز يجب أن تكون حساسة نسبياً ولها مستوى ضوضاء منخفض وتستطيع أن تنتج إستجابة خطية linear response تعطى بيانات كمية. ومكتشف التأين اللهبى (ك.أ.ل FID) flame ionization detector هو ربما كان أكثر المكتشفات إستخداماً فى ك.غ GC. ومع ذلك فمكتشفات إختيارية حساسة جداً لمركبات متخصصة تم إستخدامها أيضاً فمثلاً مكتشف إمساك الأليكترون electron capture detector (ECD ك.م.أ) للمركبات المحتوية على كبريت والهالوجينات والمكتشفات الحرارية الأيونية thermionic detectors (خرز قلوى ج.أ.ك alkali FCD beads) للمركبات المحتوية على النتروجين أو الفوسفور ومكتشفات إختيارية لهبية ضوئية (ك.خ.ل.ض FPDs selective flame photometric detectors للمركبات المحتوية على الكبريت. ولما كانت مكتشفات التوصيل الكهربى thermal conductivity detectors غير هادمة فإن الأجزاء المملزة eluted يمكن قياسها وإستعادتها. ولكن حساسية هذه المكتشفات منخفضة جداً للإستخدام مع الأعمدة الشعرية ذات مقدرات التحميل الصغيرة. والمكتشفات الضوئية التأينية (ك.ض.أ PIDs photoionization detectors هى الأخرى غير هادمة وحساسة بدرجة كافية للإستخدام مع الأعمدة الشعرية.

التحديد وتقدير الكم
identification & quantification

عدة طرق طورت لتحديد التكوين الوصفى للمخاليط وأبسط طريقة تشتمل مقارنة أزمنة الإحتفاظ بمكونات العينة تحت التحليل مع مواد نقية تحلل تحت ظروف كروماتوجرافية واحدة. ولكن هذه المعلومات غير كافية لتحديد غير غامض لمكونات المخلوط ويجب أن يكمل ببيانات يحصل عليها بإستخدام طرق فيسيوكيماوية أخرى. وطريق تحديد آخر يتكون من مزاوجة مخرج العمود بطرق أخرى مثل طيف الكتلة (ط.ك MS) أو طيف فوريية للأشعة تحت الحمراء الناقلة (ط.ف.أ.ت.ح FTIR Fourier transform .intrared spectroscopy

وكروماتوجرافيا الغاز تقنية مناسبة جداً للتحليل الكمى لمخاليط معقدة. والمقاييس الكمية مبينة على أساس مساحات القمم وعلاقة مساحات القمم وتركيزات مكونات المخاليط. ومساحات القمم تتأثر ليس فقط بحجم العينة ولكن أيضاً بعوامل أخرى تؤثر على حساسية المكتشف مثل جهد التأين ionization potential والتغير فى إنسياب حامل الغاز ودرجة حرارة المكتشف.

وهناك نظم مختلفة لحساب نتائج التحليل الكروماتوجرافى. فالإسواء normalization يستخدم لتعويض إستجابات المكونات المختلفة ولتقدير قياسات مساحة القمة بعوامل إستجابة مبينة على أحد المكونات. وعوامل الإستجابة هذ تحسب بحقن كميات معروفة من مكونات نقية مخلوطة بنسب شبيهة لتلك فى العينة ثم إجراء تحليل تحت ظروف كروماتوجرافية واحدة. وطريقة الحساب

هذه طريقة صحيحة لتحديد نسب المكونات فى المخلوط

ب م = (ف م أ م / Σ ف م أ م) ١٠٠

$$P_i = (f_i A_i / \Sigma f_i A_i) 100$$

حيث: ب م = النسبة المئوية للمكون

P_i (%) = percentage composition of a component

ف م = عامل الإستجابة — f_i = response factor

أ م = مساحة القيمة — A_i = peak area

ف م = (ب م / ب ر) : (أ م / أ ر) — $f_i = (P_i/P_r) : (A_i/A_r)$

ب ر = وزن المكون المرجع لمساحة القيمة أ ر A_r

P_r = weight of reference component of peak area A_r

أ ر = مساحة القمة للمكون المرجع

A_r = peak area for the reference component

ب م = وزن المكون فى مساحة القمة أ م A_i

P_i = weight of component of peak area A_i

وتحديد الكم بإستخدام مقياس standard داخلى أو خـارجى ضـرورى لتحديـد الـتركيز الحقيقـى لمكونات المخلوط. وعند إستخدام مقياس خارجى تقارن مساحة القمـة لمكـون فـى كروماتوجـرام العينة مع ذلك الذى يحصل عليه من كمية معروفة من المقيـاس الخـارجى. وعنـد إستخدام مقيـاس خـارجى فإن كميـة معروفـة مـن مـادة طبيعيـاً غـير موجـودة فى المخلوط تضاف إلى العينة عند بدء التحليـل ومسـاحة القمـة لهـذه المـادة تقـارن بمساحات مكونات المخلوط وفى هـذه الحالة فإن عوامـل الإسـتجابة للمكونـات المختلفـة يجـب تحديدها.

بعض التطبيقات selected applications

تحليل مكونات الغذاء
food constituent analysis

بإستخدام ك.غ GC مـن الممكـن دراسـة درجـة تحلل الدهن بتحليـل الأحمـاض الدهنيـة الحـرة (ح.د.ح FFA) أو إختبـار أصالـة الدهـن بتحليـل الجليسريدات الثلاثية وتكوين الأحماض الدهنيـة والأجـزاء غـير المتصبنـة المختلفـة. فالأحمـاض الدهنيـة الحـرة يمكـن تحليلـها بإستخدام أطـوار قطبيـة محـورة وتحويـر الغـاز الخـامل بتشبيعـه بحمض فورميك (والـذى لاينتـج أى إسـتجابة لـ ك.أ.ل FIDs) بحيث أن حمـض الفورميـك يمـتز بمواقـع نشـطة علـى العمـود ويمنـع الإحتفـاظ بالأحمـاض الدهنيـة الحـرة أو بحقـن الأحمـاض الدهنية الحرة على شكل أملاح ربـاعى أمونيـوم quaternary ammonium والتـى تنحـل بالحرارة العالية pyrolyzed إلى إسترات الميثايل فى الحاقن.

وتحليـل تكويـن الأحمـاض الدهنيـة فـى جـزء الجليسريدات الثلاثيـة يجـرى بواسـطة طـرق ك.غ GC القياسية بإستخدام المشتقات الطيـارة خاصـة إسترات الميثـايل. والتحليل المباشر للجليسريدات الثلاثية والذى كـان يسبب مشاكلاً بسبب إنخفاض قابليتها للتطاير قد تَحَسَنَ كثيراً منذ تَطوُر الأعمدة الشـعرية للسـيليكا الملحومـة fused مـع الأطـوار المرتبطة. وفـى الوقـت الحالى يمكـن إجـراء فصل جيد جداً مؤسساً على عدد ذرات الكربـون أو حتـى للمكونات ذات نفس عدد ذرات الكربـون مؤسسـاً على درجة عدم التشبع.

واستخدمت كروماتوجرافيا الغاز لدراسة الجزء غير المتصبن من الدهون بتحليل الأيدروكربونات والكحولات الأليفاتية والتربينية. وسيليكونات مختلفة أختيرت كطور ثابت على أعمدة درجة حرارتها ٢٥٠ - ٢٩٠°م مع نتائج جيدة. كما استخدمت كروماتوجرافيا الغاز لتحليل الكربوايدرات في الأغذية. وتتميز ك.غ GC على كروماتوجرافيا السائل (ك.س LC) بحساسية أكبر وفصل أحسن ولكنها لها عيب أنها تتطلب تكوين مشتقات متطايرة مثل خلات وأكسيمات oximes ومشتقات ممثلة methylated ومشتقات ثلاثي ميثيل السيلايل trimethylsilyl وقد استخدم مدى من الأطوار الثابتة من عديد الإسترات إلى السيليكونات.

وتستخدم كروماتوجرافيا الغاز كثيراً الآن لتحليل المركبات التشيرالية chiral (السكريات والأحماض الأمينية والنكهات).

مركبات النكهة والعبير
flavor & aroma compounds

إستخدام ك.غ GC بالإشتراك مع ط.ك MS كان أساساً في تحليل مركبات النكهة والعبير ويمكن الحصول على تحديد لمركبات كثيرة جديدة. واستخدمت طرق تحضير مختلفة: إما تحليل أجزاء تُحصّل عليها بواسطة تقطير تحت ضغط منخفض أو إستخلاص بالمذيب أو الفصل في الحيز العلوي (بخار العينة) تحت ظروف مختلفة. ومستخلصات العبير معقدة جداً لأنها تحتوي مركبات تمسح مدى متسعاً من التطاير والقطبية. ولايوجد عمود مرصوص يستطيع فصل هذه المخاليط بطريقة مرضية وبالتالي من الضروري عزل الأجزاء المختلفة واستخدام عدة أعمدة مع أطوار ثابتة مختلفة. والطرق الجديدة لتركيز المكونات الطيارة قبل تحليلها كروماتوجرافياً مثل إستخدام الأعمدة الشعرية للسيليكا الملحومة وتحليل الحيز العلوي (بإستخدام حاقنات آلية) جعل من الممكن تحديد كميات آثار من مكونات العبير المتطايرة. وبإستخدام مكتشفات متخصصة أمكن تحديد مكونات توجد بكميات صغيرة جداً ولكنها تلعب بسبب إنخفاض عتبتها العضوية الحسية دوراً هاماً في تطوير النكهة.

الملوثات في الأغذية
contaminants in foods

كروماتوجرافيا الغاز تستخدم في إكتشاف وتحليل المبيدات وثنائي فينيل عديد الكلورينات وعديد كلورو ثنائي أوكسينات وعديد كلورو ثنائي بنزوفيورانات والأيدروكربونات الأروماتية عديدة الحلقات والنتروزامينات والزعافات الفطرية. وتحليل المبيدات العضوية المكلورة يجري بعد الإستخلاص والتغنية والتنقية. وتستخدم عادة المكتشفات الماسكة الأليكترونية electron capture detectors ولو أن خرز قلوي ك.أ.ل alkali-bead FIDs يستخدم أيضاً مع أعمدة تحتوي أطواراً ثابتة مختلفة مثل السيليكونات المفلورة والممثلة والسيليكونات الفينيلية phenylated والمشتقات السيليكونية الأخرى. وإستخدام أكثر من طور ممكن أيضاً. ومع ثنائي فينيل عديد الكلور polychlorinated biphenyls يستخدم أعمدة شعرية للسيليكا الجل

الملحوم، وأطوارا غير قطبية ومكتشف إمساك الأليكترون (ك.م.أ ECD). ويتم بنجاح تحليل النتروزامينات على أعمدة مرصوصة أو شعرية بإستخدام ك.غ-ط.ك GC-MS فيها وفي حقول مختلفة لتحليل الأغذية. (Macrae)

كرا

كراوية/كروياء caraway

الإسم العلمي *Carium carvi* L.

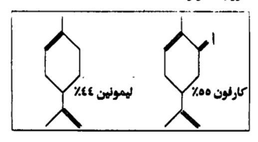
الفصيلة/العائلة: الخيمية

Umbelliferae/Apiaceae

بعض الأوصاف

النبات كل سنتين (مستديم) ينمو إلى إرتفاع ٤٥ - ١٠٠سم ويحمل خيمات من أزهار بيضاء بعضها ثمار. وتحصد النباتات ولازالت الثمار خضراء ويسمح للثمار بالنضج ثم تجفف وتذرى. والبذور ٦ مم في الطول لونها بني غامق ومنحنية قليلا ولها أضلع وشفافة. وتظهر الرائحة العطرية عندما تجرح الثمار والطعم لطيف. وتحتوى البذور على ٣-٦٪ زيت طيار ويدخل في تكوينه الكارفون carvone (٥٠ - ٦٥٪) من الزيت الطيار وكذلك د-ليمونين ويحتوى أيضاً على الزيت المؤكسجن كارفول carvol. وبعد التقطير تحتوى البذور على بروتين ودهن وتستخدم كعلف. والراتنج الزيتي oleoresin سائل له لون أصفر مخضر يحتوى على الأقل على ٦٠٠ مل زيت طيار في كل كيلو جرام. و ٥ كجم من الراتنج الزيتي تكافيء في العبير ١٠٠ كجم من بذور كراويا حديثة الطحن. وهي تخزن في أكياس في أماكن مبردة.

وتستخدم الكراويا في الخبز والكيك والحلويات والجبن والشوربة ولتنكيه الكرنب واللحم والسمك والسلطات والخضر والتفاح. كما يدخل الزيت في المشروبات الكحولية والمشروبات غير الكحولية كما تؤكل الجذور الصغيرة. وقد أستخدمت الكراوية كمهدىء ومهضم. وتشرب الأمهات حديثات الوضع مشروب الكراويا.



وتتركب البذرة من (في كل ١٠٠جم جزء مأكلة): ماء ٩,٩ جم، بروتين ١٩,٨جم، دهن ١٤,٦جم، كربوايدرات كلية ٤٤,٩ جم، رماد ٥,٩ جم، ألياف ١٢,٦ جم (كذا)، كالسيوم ٦٨٩ مجم، حديد ١٦ مجم، مغنيسيوم ٢٥٨ مجم، فسفور ٥٦٨ مجم، بوتاسيوم ١٣٥١ مجم، صوديوم ١٧ مجم وخارصين ٠,٠٦ مجم. (حسين عثمان ، Macrae)

الأسماء: بالفرنسية cumin des prês/carvi، وبالألمانية Kümmel، وبالإيطالية comino dei prati/carvi، وبالأسبانية alcaravea.

(Stobart)

كراويا سوداء black caraway

الإسم العلمي *Bunium persicum* (Boiss) Fedts

الفصيلة/العائلة: الخيمية Apiaceae

الهريكارب mericarp مستطيل (٣-٤ مم × ٠,٧- ١,٠ مم) بني غامق مصفر ولها أضلع والجزء المستخدم هو الثمرة. (Macrae)

كروم chromium

الخواص الفيزيقية والكيماوية

الكروم معدن صلب قصف أبيض له عدد ذرى ٢٤ ووزن ذرى ٥١,٩٩٦ وينصهر على ١٩٠٣°م ±١٠°م. وهو يقاوم المهاجمة لعدد كبير من الكيماويات على درجة الحرارة العادية ولهذا يستخدم لحماية عدد من المعادن الأكثر تفاعلاً ومع ذلك فهو يتفاعل مع كثير من الكيماويات على درجات حرارة مرتفعة. وكعنصر معدنى إنتقالى فهو يكون مركبات كثيرة ملونة وبارامغناطيسية. وله حالات أكسدة من -٢ إلى +٦ ولكن الأكثر عموماً وثباتاً هى +٢ ، +٣، +٦. ولما كان كر$^{+2}$ عامل إختزال قوى فمن غير الممكن وجوده فى الأنظمة البيولوجية وكل مركبات كر$^{+6}$ فيما عدا الفلوريد السداسى hexafluoride (كرفل$_6$) مركبات أوكسو oxo. والكروم يوجد إما على هيئة كرومات (كر أ$_4^{-2}$) أو ثانى كرومات (كر$_2$أ$_7^{-2}$). ومركبات كر$^{+6}$ هى عوامل أكسدة قوية ولذا أيون كر$^{+6}$ يختزل بسهولة إلى كر$^{+3}$ فى محاليل حمضية والمعاملة الأكثر ثباتاً وأهمية هى +٣.

وأحد الصور الكيميائية الهامة لـ كر$^{+3}$ هى قابلية الكروم الثلاثى التكافؤ لتكوين معقدات تنسيقية coordination complexes معظمها منسقة سداسياً.

وفى الأنسجة البيولوجية يحدث تكوين كبارى بين مجموعات الأيدروكسيل وهذا يعززه القلويات ودرجات حرارة ١٢٠°م. بينما أيونات الأكسالات وغيرها من الربيطات ligands القوية ويمكنها أن تمنع أو تعكس هذا. والربيطات ligands الضعيفة يمكنها فقط منع التفاعل وعلى ذلك فالربيطات ligands الآتية الطبيعية تثبط تكوين الكبارى بين مجموعات الأيدروكسيل لكروم +٣ فى الأنسجة البيولوجية: بيروفوسفات وميثيونين وسيستين وجليسين ولوسين وليسين وبرولين. وفى هذه الأنظمة الكروم يستطيع أن يعمل لأن ذوبانه يحتفظ به بواسطة الربيطات ligands الأضعف العضوية وغير العضوية.

الفسيولوجى

يلزم الكروم - وهو عنصر ضرورى - لأيض الكربوايدرات والدهون والأحماض النووية. فعدم وجود كروم كفاية فى الغذاء يؤدى إلى نقص أيض الجلوكوز والدهون وقد يؤدى إلى مرض البول السكرى الذى ينتج فى البالغين ولأمراض أوعية القلب.

وظيفة الكروم فى الجسم

أول وظيفة فسيولوجية للكروم هى تقوية فعل الأنسولين ففى وجود الكروم فى شكل بيولوجى نشط إحتياج الأنسولين يقل وفى كونية تكسر الجلوكوز معقدات الكروم النشطة تزيد نشاط الأنسولين ٣ - ٨ مرات أو أكثر على تركيزات منخفضة من الأنسولين. والكروم لايحل محل الأنسولين بحيث أن الجسم إذا لم يكن ينتج أنسولين، الكروم يكون له تأثير قليل أو معدوم. وهذا التأثير المتوقف على الأنسولين يلاحظ فى أيض البروتين والكربوايدرات والدهن وإزالة الجلوكوز من الدم وأكسدته فى الخلية وإدخاله

فى الدهن والجليكوجين كلها تنشط بواسطة الكروم. بينما إدخال الخلات فى الدهن - وهى عملية لاتتوقف على الأنسولين - لاتنشط بواسطة الكروم.

كما يزيد إدخال الأحماض الأمينية فى البروتين بواسطة الكروم. كما أن الكروم يدخل فى المحافظة على تركيب الأحماض النووية وفى التعبير عن المورث عن طريق ربط الكروماتين فى الفئران مسبباً زيادة فى مواقع الإبتداء مما يؤدى إلى تعزيز تخليق حمض الريبونيوكلييك (ح.ر.ن RNA). وتفاعل الكروم مع الأحماض النووية قوى حيث أن ترسيب ح.ر.ن RNA من كبد البقر ست مرات من محاليل تحتوى خالبات معدنية لم ينقص كمية الكروم المرتبط بـ ح.ر.ن RNA بينما تركيزات المعادن المختبرة الأخرى نقصت.

متطلبات الكروم

المأخوذ اليومى الغذائى للكروم هو من ٢٠ - ٤٠ ميكروجرام. وتغذية الكروم تتأثر بالمأخوذ الغذائى والإمتصاص ولكن أيضاً بعدة عوامل أخرى والتى قد تعزز فقد الكروم ومن بينها السكريات البسيطة فيزيد فقد الكروم مع زيادة المأخوذ من السكريات البسيطة مثل الجلوكوز والسكروز والفركتوز أما الكربوايدرات المعقدة مثل النشا فقد قللت الكروم. وحيوانات التجارب تمتص وتحتفظ بكروم أكثر من أغذية عالية فى النشا عن أغذية عالية فى السكريات البسيطة.

والدراسات على فئران تحتوى ‎<٥٠‎ ميكروجرام/ جم تظهر علامات نقص كروم أقل. ونقص الكروم وحمض الأسكوربيك فى خنازير جينى يؤدى إلى عدم تحمل intolerance الجلوكوز وإرتفاع نسبة الكوليسترول مع ملاحظة أن خنازير جينى مثل الإنسان تحتاج إلى حمض الأسكوربيك بينما الفئران لاتحتاجه.

النقص

عدم تحمل intolerance الجلوكوز هو أول علامات نقص الكروم عادة ويتبعها أو يصاحبها وظيفة أنسولين متضررة وكذلك أيض الدهون يتأثر. وحالة الكروم فى النقص ترتبط بالعمر وقد تلعب دوراً فى عملية التعمير ageing فى بعض الأشخاص.

والامراض العصبية الطرفية peripheral neuropathy وإضطرابات المخ brain disorders فى الإنسان هى علامات نقص كروم ولوحظت فقط فى المرضى الذين يحصلون على أكلهم من غير طريق الفم total parenteral nutrition فعند إضافة الكروم لغذاء هؤلاء الأشخاص ساعد فى رفع علامات مرض البول السكرى وبعد أسبوعين من إضافة الكروم لم تظهر علامات مرض البول السكرى ومتطلبات الأنسولين الخارجية نزلت من ٥٠ وحدة يومياً إلى صفر.

السمية

سمية الكروم ثلاثى التكافؤ نادرة جداً فهو يمتص بقلة جداً (أقل من ٢٪). وقد يحدث عدم هضم وتقيؤ عند مستويات عالية ولكن لاتأثيرات دائمة.

ولكن الكروم مسبب قوى للحساسية وهو محسس sensitizer لإكزيما الحساسية. والكروم السداسى ملوث صناعى كبير وله تأثيرات سامة. والكروم فى الأغذية والأنسجة البيولوجية هو من نوع ثلاثى التكافؤ عادة حيث الكروم السداسى يحول بسرعة إلى شكل ثلاثى فى وجود مواد عضوية.

الدور فى الأمراض والإضطرابات

مرضى البول السكرى الذين يعتمدون على الأنسولين يفرزون ثلاثة أمثال من الكروم مثل الأشخاص العاديين. فمرضى البول السكرى حساسين للإحتياج الزائد من الكروم لتحسين أيض الأنسولين كما يظهر من زيادة الإمتصاص. وإن كان الكروم الممتص لايتحول إلى شكل مستخدم بل يفرز. والتغذية بكروم غير عضوى لايؤثر على أيض الأنسولين والجلوكوز فى مرضى البول السكرى فى الفئران mice ، بينما تغنية الكروم فى شكل بيولوجى نشط يؤدى إلى تحسين أيض الجلوكوز والدهن.

وتغذية الكروم المناسبة تؤدى إلى تحسين فى تحمل الجلوكوز فى معظم الأشخاص الذين لهم ٩٠ دقيقة جلوكوز أكثر من ٥,٥ ميللى جزىء/لتر (١٠٠ مجم/ديسيلتر). حيث أن متوسط الأشخاص ٢-ساعة جلوكوز فى سن أكبر من ٢٥ سنة هو أعلا من ٥,٥٥ ميللى جزىء/ لتر وهذا يطبق على نسبة عالية من أشخاص عاديين أمريكيين.

ويعمل الكروم ليس فقط على مرضى البول السكرى فى البالغين ولكن أيضاً فى علاج الأشخاص المرضى. فجلوكوز الدم لثلاثة من ستة أشخاص تحسن عقب إضافة كروم غير عضوى لمدة زيادة عن أسبوع. وإحتياج الأنسولين لخمسة مرضى بول سكرى والذين إحتياجهم كان مابين ٦٠ - ١٣٠ وحدة نقص بمقدار ٢٠ - ٤٥ وحدة بعد التغنية بخميرة عالية فى الكروم.

ومستويات الليبوبروتين عالى الكثافة زادت فى الأشخاص الذين يأخذون كروماً فجلوكوز الدم الصائم وهيموجلوبين أ١ج A_{1c} والكوليسترول الكلى وكوليسترول الليبوبروتين منخفض الكثافة والأبوليبوبروتين apölipoprotein لمرضى البول السكرى غير المعتمدين على الأنسولين نقص بعد التغنية بـ ٢٠٠ ميكروجرام كروم كبيكولينات الكروم chromium picolinate. كما أن مظاهر مرض البول السكرى الشديدة فى الأشخاص الذين يأخذون كل تغذيتهم عن غير طريق الفم تحسنت أيضاً بعد إضافة الكروم. والكروم يعمل كمغذٍ nutrient وليس كعلاج وفقط العلامات والمظاهر المتسببة عن نقص الكروم تتحسن بتحسن تغذية الكروم.

والكروم يعمل كدور مفتاح فى ضبط نشاط الأنسولين. ففى وجود كميات مناسبة منه فى صورة يمكن إستخدامها فإن كميات أقل من الأنسولين تصبح مطلوبة. ومأخوذ كروم أحسن يؤدى إلى أيض أحسن للجلوكوز والدهن فى الأشخاص الذين عندهم دهن وجلوكوز دم هامشى أو مرتفع. (Macrae)

مصادر الكروم فى الأغذية

الكبد والخميرة والدجاج والديوك الرومى والخراف.

الأسماء: بالفرنسية chrome، وبالألمانية Chrom، وبالإيطالية croma، وبالأسبانية cromo.
(Stobart)

shea-tree كربتة

الإسم العلمي *Butyrespermum parkti*

يحصل على زبدة شي shea butter من هذا النبات الذى يسمى شجرة الزبد أو كربتة shea-tree ويستخدم الدهن كبديل للزبدة.
(Ensminger)

coriander كزبرة/كسبرة

الإسم العلمي
Coriandum sativum L. var. *vulgare*

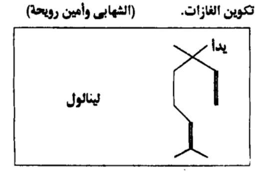
الفصيلة/العائلة: الخيمية
Apiaceae/Umbelliferae

بعض أوصاف

النبات حوالي ٣٠ - ١٠٠ سم في الإرتفاع متفرع لونه أخضر براق مع سيقان مستقيمة والأزهار ذات سويقات قصيرة خيمية ٥-١٠ شعاعات لونها بنفسجي فاتح أو أبيض والأوراق تشبه أوراق البقدونس وعبيرها كريه وتحتوى على ٠,١٪ زيت طيار توجد بها ألدهيدات أليفاتية مثل ديسيل ألدهايد وهذه المركبات تعطى الأوراق رائحتها الكريهة. أما البذور فهي كروية ولها منقار ومضلعة بدقة ولونها بني مصفر وصنف الـ *sativum* ٣-٥ مم في القطر مع خمسة أضلاع طولية وصنف *vulgare* ١,٥ - ٣سم. وهي تنضج بعد ثلاثة أشهر من الإنبات وتحصد النباتات عندما تكون نصف الثمار ناضجة وترص حتى تصبح الثمار كاملة النضج لتجفف وتذرى. وأصلاً لها رائحة غير مرغوبة تفقد بالتجفيف ثم تصبح فواحة.

والبذور تحتوى ١٪ زيت طيار والكحول د-لينانول مسئول عن عبير الكزبرة ويطلب منه محتوى ٦٠٪ أو أكثر ويوجد أيضاً α-بيين، β-بيين، α-تيربينين وجيرانيول وبورنيول وديسي ألدهايد وحمض خليك ومركبات أخرى. والزيت الطيار من الثمار الصغيرة أغنى في النكهة والإنتاج والزيت الراتنجي سائل بني أصفر يحتوى ٤٠ مل زيت طيار في كل ١٠٠ جم زيت وكل ٣ كجم من الراتنج الزيتي تكافيء في النكهة ١٠٠ كجم من بذور الكزبرة المطحونة حديثاً والزيت أكثر ثباتاً عن غيره من الزيوت.

وتستخدم البذور في الخبز والفطائر والجبن والشوربة والخضروات واليخني والكولونيا ومستحضرات التجميل والمشروبات الكحولية وفي اللحوم المعالجة. والأوراق تستخدم كالبقدونس في تنكيه السلطة والشوربة والتشطني وطبياً تستخدم البذور لحجب طعم الدواء غير المرغوب. والبذور منشطة ومهدئة ومستخلصها يحسن إستخدام الجلوكوز كما تبين إختبارات إحتمال الجلوكوز. كما تستخدم في تحضير الملوخية. وهي تمنع تكوين الغازات. (الشهابي وأمين رويحة)



وتتكون البذور لكل ١٠٠جم جزء مأكلة يحتوى: ٨,٨ جم ماء، ١٢,٤ جم بروتين، ١٧,٨ جم دهن

٥٥,٠ جم كربوايدرات ، ٦,٠ جم رماد ، ٢٩,١جم ألياف (كذا)، ٧٠٩ مجم كالسيوم ، ١٦ مجم حديد، ٣٣٠ مجم مغنيسيوم ، ٤٠٩ مجم فوسفور ، ١٢٦٧ مجم بوتاسيوم ، ٣٥ مجم صوديوم ، ٥ مجم خارصين. (Macrae & Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية coriandre، وبالألمانية Koriander، وبالإيطالية coriandolo، وبالأسبانية coriandro. (Stobart)

كسكسي couscous

يعجن الدقيق [عادة قمح ولكن ذكر أن الذرة الرفيعة تستخدم (Macrae)] مع كمية كافية من الماء لتكون متكتلات agglomerates وتمرر الجسيمات خلال مصفاة خشنة coarse ويعامل بالبخار.

وهو يؤكل مع لحم أو لبن أو يغنى في بلاد شمال أفريقيا الغربية، أما في مصر وغيرها فيرش عليه سكر ناعم جداً ويؤكل. (المحرر)

كشك ألماظ/هليون asparagus

الإسم العلمي Asparagus officinalis

الفصيلة/العائلة: الزنبقية Liliaceae

بعض أوصاف

هو خضار غض وحيد الفلقة ثنائي المسكن عشبي مستديم وهو يعيش في عدد كبير من البيئات: بجانب البحار (ملوحة) والصحراء (حرارة وجفاف) وفي الجنوب والشمال (درجة حرارة منخفضة) وخطوط عرض (٤٠ – ٥٥°م) وعلى مرتفعات (ضغط أكسجين منخفض). ولكنه يعتبر محصول فصل بارد يتحمل وأمثل درجة حرارة نهار وليل ٢٤ – ٢٩°م و ١٣ – ١٩°م بالتتابع.

وهناك ١٥٠ صنف من كشك ألماظ ولكن A. officinalis هو الوحيد الذى يزرع للغذاء. وهناك ميل لإنتاج نباتات سدالية staminate بدلاً من نباتات كربلية putillate الذى يدفع إلى الإنتاج الأعلا والأكثر ثباتاً ولو أن السيقان spears الكربلية أثقل. وقد أمكن إنتاج النباتات السدائية بواسطة مزارع الأنسجة خاصة الميرستيمية. وليس هناك فرق نباتي بين كشك الألماظ الأبيض والأخضر فالأبيض ينتج عن طريق حجبه عن الضوء بدفنه في التربة ولذا لايكون به أى صبغات. والجزء المأكلة من كشك الألماظ هو السيقان spears أو بمعنى أدق الساق الورقية cladophyll التى تتطور من التاج crown وكلما تطورت السيقان الورقية فإن جدر الخلايا في الدائرة المحيطية pericycle والحزم الوعائية تتجلتن تدريجياً مبتدئة بقاعدة الساق الورقية. وبطول السيقان الورقية قنابات bracts ورقية ثلاثية الزوايا وهذه هى الأوراق الحقيقية لنبات كشك الألماظ.

والأوراق السوقية المحصودة يجب أن تبرد إلى صفر – ٢°م لتقليل معدل التنفس وبذا يقل هدم السكر وإنتاج الألياف أى اللجننة حيث أن إرتفاع نسبة الألياف ضار بجودة كشك الألماظ. وفقد السكر ومايصحبه من لجننة أسرع مايمكن خلال أول ٢٤ ساعة عقب الحصاد كما أن التبريد يمنع الإصابة بالأمراض. وهو إما بالتبريد بالماء وهذا يغسل

المحصول أو بالتبريد الصناعى. وتحضر الأوراق الساقية للسوق بالتدريج وبحزمها معاً والتدريج مبنى على الطزاجة وطول وقطر الساق ولون الساق الورقية وأحكام طرف الساق الورقية ومدى ضرر الحقل أو التجريح . والأوراق الساقية الأكبر عرضاً تعتبر ممتازة نظراً لمحتواها الأقل من الألياف بالوزن وهى تقطع إلى طول قياسى ١٨ - ٢٥سم وتحزم فى حزم تزن ١كجم عادة وتوضع فى كراتين تبطن بورق مرطب لمنع الجفاف.

وكشك الألماظ يستهلك أحسن مايمكن طازجاً والأبيض منه له نكهة أخف عن الأخضر ويمكن تخزين هذا المحصول القابل للفساد جداً لمدة ٣ أسابيع تحت صفر - ٢°م و ٩٥٪ رطوبة وهو إذا خزن على صفر°م أو أقل فقد يظهر ضرر البرد حيث تصبح كامدة رمادية ورخوة limp ومنحنية وقد ينتج الإنحناء من تخزينها أفقياً أو قد تطول إذا تركت فى الماء على درجة حرارة (أعلا من ٤،٤°م). وإذا ترك كشك الألماظ من غير قطع أو أن درجة حرارة التخزين كانت عالية جداً أو كانت نسبة الرطوبة منخفضة جداً فإن النباتات تنفصل (الترييش feathering) وقد يحدث للسيقان الورقية ضرر إنخفاض الأكسجين إذا عبئت تعبئة غير جيدة فى فلم مهوى تهوية سيئة خاصة على درجة حرارة أعلا من ٤،٤°م.

وهو يعلب أو يجمد أو يخلل وهو مصدر جيد لفيتامينى أ ، ج اللذين يزيدان بكثرة فى كشك الألماظ الأخضر عن الأبيض وبه نسب من الكاروتين والريبوفلافين والنياسين.

(Macrae)

القيمة الغذائية

كل ١٠٠جم جزء مأكلة تعطى ٩٤ كيلوجول طاقة وبها ٩٢،٢٥جم ماء، ٣،٦ جم بروتين، ٠،٢٢جم دهن، ٣،٦٩ جم كربوايدرات ، ٨٩٧ وحدة دولية فيتامين أ، ٠،١١٤ مجم ريبوفلافين، ٠،١٢٤مجم ثيامين، ٣٣،٠ مجم فيتامين ج، ١،١٣٨ مجم حمض نيكوتينيك، ٢٢ مجم كالسيوم، ٠،٦٨ مجم حديد، ١٨ مجم مغنيسيوم، ٥٢مجم فوسفور، ٢ مجم صوديوم، ٣،٢ مجم بوتاسيوم. (Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية Asperge، وبالألمانية Spurgel، وبالإيطالية asparago، وبالأسبانية esparago. (Stobart)

كشمش currant

كشمش أسود black currant

كشمش شائك/عنب الثعلب gooseberry

أنظر: عنب الثعلب

كشمش سيلان Ceylon gooseberry

الإسم العلمى *Douyalis hebocarpa* (Card.)

الفصيلة/العائلة: Flacourtiaceae

بعض أوصاف

شجرة صغيرة شائكة (حتى ٥ متر) وتحمل أزهاراً صغيرة صفراء مخضرة والذكور فى شجرة والإناث فى شجرة أخرى والثمار صغيرة (٢سم فى القطر) مستديرة ولها جلد رفيع مر وسطح قطيفى وتصبح أرجوانية عند النضج والعصير الأحمر الأرجوانى

حمضى جداً هو واللب ويغطى ١٠ - ١٢ بذرة عليها شعر. وتستخدم أساساً لعمل الجيلى.

كفو

كافور carotene

الإسم العلمى	*Cinnamomum camphora / Camphora officinalis*
الفصيلة/العائلة: الغارية	Laureaceae

شجرة ترتفع إلى ٤٠,٠ قدماً وقد تصل إلى ١٠٠ قدماً فى ظروف حسنة ولها رأس كثيفة تنبسط كثيراً. والأوراق جلدية متبادلة كل منها بعرق واحد ولها إنصال بيضية إلى إهليلجية ٢-٥ بوصة فى الطول ونصف هذا إلى ثلثه فى العرض. جوانبها العليا لامعة والسفلى ذات زغب أبيض glaucous وعندما تسحق تعطى رائحة الكافور. أما الأزهار فصفراء تنتج من بين إبط الأوراق. والثمار تكاد تكون سوداء ٨/٣ بوصة فى العرض. (Everett)

ومركب الكافور له الرمز أ

الكوكا coca

الإسم العلمى	*Erythroxylon coca*
الفصيلة/العائلة: الكتانيات	Linaceae

تعرف بإسم جنبة الكوكا/جنبة الخشب الأحمر. يستخرج من أوراق الشجر مايسميه سكان بيرو النبات الإلهى. هذه الأوراق تحوى الكوكايين cocaine وهو المخدر المعروف.

والكوكا تزيد من إفراز البول وترفع درجة الحرارة وتزيد من سرعة التنفس وتقلل وزن الجسم.

(الشهابى ، قدامة)

كيك cakes

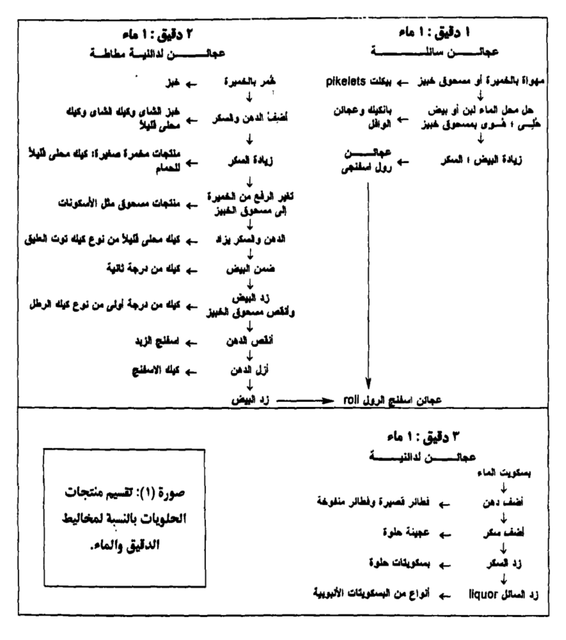
فى ضوء تكوينها وعلى أساس الطرق المستخدمة فى العمل فإن منتجات الحلويات يمكن أن تقسم إلى: ١- منتجات مخبوزة فى الفرن (الكيك والبسكويت). ٢- منتجات أساسها الشكولاتة (الشكولاتة والتوفى... الخ). ٣- منتجات أساسها السكر (الحلويات والجيلى والمربى والنوجا). ٤- منتجات أساسها اللبن (الجيلاتى والبودنج ...الخ).

والكيك تعرف بأنها حلوى دقيقة حلوة مخبوزة مرفوعة أو غير مرفوعة مأكلة وكثيراً ماتغنى بمركبات صغرى من أجل المظهر مستديرة ومسطحة. هذا التعريف يميز الكعك عن أنواع الغذاء الأخرى المستخدمة من العقبة (الفطائر والبسكويتات والكريم كارامل ...الخ).

أنواع الكيك

المكونات المميزة للتركيب الأساسى
Ingredients characterizing the base formulation

أ- دقيق القمح ودقيق الشوفان والنشويات (أساساً فى نسبة الدقيق : ماء). والصورة (١) تبين كيف يمكن تقسيم الكيك بواسطة هذه النسبة بين مختلف الحلويات بواسطة بنيون وبامفورد Bennion & Bamford.



صورة (١): تقسيم منتجات الحلويات بالنسبة لمخاليط الدقيق والماء.

ب- السكريات (سكروز وجلوكوز ومشابه الجلوكوز والعسل)

ج- الدهون أو دهون التنعيم مثل كيك الزبد والكعك القصير.

د- الفاكهة (سواء طازجة أو مجففة مقندة أو جيلي) مثل كيك البرقوق والأسترودل strudel وكيك الفاكهة وكيك النقل وكيك جنوا.

هـ- البيض مثل الكيك الإسفنجي وكيك الملائكة والميرنج meringare والبنية beignet.

و- غيره (وجود ليكبر أو توابل مثل كيك الرم rum cake وكيك الزنجبيل وكيك العسل.

أنواع التقنية

يمكن أن يعرف الكيك بالآتي وذلك بجانب التقسيم على أساس مختلف الخلطات والتشكيل والخبز:

١- كيك مرفوع بالخميرة (خبز الفاكهة والبريوش والفطائر الدانماركية والبابا والسافارين والكيك الإسفنجي).

٢- كيك مرفوع كيماوياً بواسطة الغازات من مساحيق الخبيز ومن بينها الكربونات والأمونيا والأسيتون (الدونت وكيك الرغيف وكيكة الملائكة وكيك الطبقات والأسكونات scones) والإيثانول (كيك البرقوق) والتطوير الغازى يمكن أن يأتى من تكسر نتيجة للحرارة أو من تفاعل حمض-قاعدة.

٣- كيك مرفوع بالهواء (عجينة قصيرة أومنفوخة وكيك إسفنجي وكيك الملائكة وكيك الرطل وكيك الشيفون والكيك السويسرى Swiss roll).

٤- كيك غير مرفوع (الوافر وقشرة الفطيرة pie crust وعجينة فطيرة الفاكهة والفطيرة المحمرة والفطائر المنفوخة).

المميزات الهامة للمواد الخام الأساسية

Important features of basic raw *materials*

التقسيم المستخدم يأخذ فى الإعتبار - بترتيب الأولوية - الخواص المختلفة للمكونات ووظائفها أثناء العمليات التقنية المختلفة. أما قيمة الطاقة والتكوين التغذوى فيأتى فى الإعتبار فى المرتبة الثانية (جدول ١).

المكونات

تذكر المكونات هنا تبعاً لأهميتها:

١- الماء: يستخدم الماء كعامل ترطيب للحصول على القوام المرغوب (تطوير الجلوتين وتجلتن النشا ... الخ). ومعرفة نشاط الماء فى المنتج مهم لأنه يؤثر على المميزات العضوية الحسية (نكهة ومذاق ... الخ) وكذلك على عمر الرف نظراً لتأثيره على الأجون staling أى على إنتكاس النشا retrogradation وحلماة الدهن والبيرأكسدة peroxidation وعلى نشاط الكائنات الدقيقة.

٢- الدقيق (قمح وشوفان وذرة وشيلم وصويا وشعير كنتيشة وبطاطس ... الخ). تكوين الدقيق (نشا وسكريات وبروتينات ودهن ومعادن) يختلف جوهرياً بالنسبة للمصدر ونسبة الجنين و/أو الردة (دقيق كامل الردة مثلاً) والإتجاهات الحديثة أعطت أهمية لإستخدام دقيق الحبوب الكامل - نظراً لإحتوائه على الردة - ويستخدم الدقيق لأنه يؤدى : أ- يعطى تلازجاً للمنتج النهائى نظراً لوجود النشا. ب- يكون تركيباً داخلياً مهوى يشبه الإسفنج والذى يتم تثبيته-بعد ذلك أثناء الخبيز نظراً لوجود شبكة الجلوتين التى تعطى خواصاً مطاطية لزجة viscoelastic للعجين. ج- يساهم فى تكوين نكهات خاصة أثناء الخبيز.

جدول (١): تكوين بعض الحلويات (جم فى كل ١٠٠ جم من المنتج) وقيمة الطاقة.

المنتج	ماء	دهون	كربوايدرات ذائبة	بروتينات	الكربوايدرات المتاحة	الطاقة (لكل ١٠٠جم) سعرات	ميجاجول
مؤسسة على الدقيق							
مرفوعة							
بانيتون (كيكة الكريسماس الإيطالية)	٢٧,٠	١٠,٧	٣٣,٩	٦,٤	٥٦,٥	٣٤٤	١,٤٠
كيكة الشكولاتة	٢٨,٠	١٧,٥	٢٧,٦	٤,٩	٣٦,٨	٣٧٧	١,٥٨
التوست (خبز)	٢,٠	٥,٢	٤,٥	١٠,٩	٨٤,٩	٤٠٩	١,٧٢
بريوش	٢٠,٠	١٨,٣	١٠,٦	٧,٢	٥٨,٤	٤١٢	١,٧٣
سويس رول	١٤,٠	١٥,١	٤٥,٧	٦,٢	٦٧,٦	٤١٤	١,٧٤
غير مرفوع							
فطير	١٨,٠	١٧,٧	٣٢,٦	٥,٣	٦٠,٦	٤٠٨	١,٧١
دافز	٤,٠	١٥,٠	٤٨,٣	٧,١	٧٣,٥	٤٣٩	١,٨٤
مؤسسة على الكاكاو							
بسط الشكولاتة	٠,٨	٣٢,٤	٥٨,١	٦,٩	٥٨,١	٥٣٧	٢,٢٦
قضيب شكولاتة مر	١,١	٣٤,٠	٥٦,٧	٥,٨	٥٦,٧	٥٦٤	٢,٣٧
قضيب شكولاتة لبن	٢,٠	٣٧,٦	٥٠,٨	٨,٩	٥٠,٨	٥٦٤	٢,٣٧
مؤسسة على السكر							
مرملاد الكريز	٣٣,٠	آثار	٦٢,٣	٠,٦	٦٢,٣	٢٣٦	٠,٩٩
مرملاد البرتقال	٢٨,٠	٠,١	٦٩,٥	٠,١	٦٩,٥	٢٦١	١,١٠
علك (تشوينج جم)	٣,٥	-	٧٠,٠	-	٧٠,٠	٢٦٢	١,١٠
مرزبان	٣٠,٠	٥,٨	٣٢,٥	١١,٢	٥٥,٤	٣٠٤	١,٢٨
نوجة اللوز	٧,٠	٣٦,٨	٥٢,٠	١٠,٨	٥٢,٠	٤٧٩	٢,٠١
مؤسسة على اللبن							
زبادى الفاكهة	٨١,٠	٣,٣	١٢,٦	٢,٨	١٢,٦	٨٨	٠,٣٧
جيلاتى فانيليا	٦٠,٦	١٣,٧	٢٠,٧	٤,٣	٢٠,٧	٢١٨	٠,٩٢
جيلاتى شكولاتة	٥٦,٠	٢٣,٦	٢٥,٨	٥,٢	٢٥,٨	٢٤٠	١,٠١

٣- المحليات الطبيعية: أ) البلورات crystals: سكروز sucrose يوجد على عدة أشكالاً وكل منها *نظراً لكمية الشوائب قد يؤثر على المنتج النهائى.* وأهم عمل للسكروز فى المنتج هو إعطاء مذاق حلو كما يؤثر عن طريق التكرمل على *بعض الخواص العضوية الحسية مثل اللون والنكهة كما يستخدم أيضاً الدكستروز.*

ب) الشراب syrups: الأشربة بإحتوائها على الجلوكوز والفركتوز والمالتوز وبوليمرات أخرى مثل الدكستران والتى يحصل عليها من الذرة والبطاطس ونشا القمح والنيشة ... الخ ولها درجات حلاوة مختلفة وهى تستطيع عمل تفاعل الأمينو-سكر وبذا تؤثر على اللون والنكهة وتلعب الدكسترينات دوراً فى ترطيب المنتج.

كما يلعب العسل واللاكتوز والسوربيتول والمانيتول والجليسرول دوراً فى المحليات وفى حفظ الماء والتبليل.

٤- المحليات الصناعية artificial sweeteners: تستخدم أساساً فى المنتجات لمرضى البول السكرى وللأشخاص طالبى الطاقة المنخفضة hypoenergetic وأكثرها إستخداماً السكارين وأملاحه.

٥- البروتينات (من البيض واللبن ومشتقاته): مهمة فى التركيب والإستساغة والإحتفاظ بالدهن وفى عمل الرغاوى.

٦- الغرويات ومكونات الجيلى والمستحلبات: ومنها البروتينات والصموغ والبكتينات والنشويات والليسيثين وتلعب دوراً هاماً فى الخواص الوظيفية للمنتجات نظراً لأنها تستطيع تكوين جل من سائل وإمتصاص الماء وتغيير اللزوجة واللدانة ومقدرة الإستحلاب وتكوين الرغاوى وتكوين التركيب ...الخ فى تحضير الكيك. وفى الإستخدام النهائى كالفوقيات toppings والمالئات.

٧- الدهون أو دهون التنعيم: تؤثر على خواص الناتج ومنها الزبد وكريمة اللبن والمرجرين وزيت النخيل وجوز الهند وزيت حب النخيل والدهون المهدرجة وزبدة الكاكاو وتعمل: أ) الأغلبية للمركبات الدهنية المستخدمة لها نقطة إنصهار عالية وبذا تعمل كعوامل فى القوام وتمتلك خواص فى قابلية التقلص contractability بالتبريد وبالتالى مقدرة عالية على التغطية فى الفوقيات toppings. ب) منها ماله نقطة إنصهار مختلفة فإذا أستخدم فى المالئات وفى الفوقيات فلها مقدرة على زيادة الخاصية الكريمية واللدانة وهذه لها علاقة بالإحتفاظ بالحالة اللدائنية. ج) كلها لها أهمية فى تعزيز عبير المواد ولو أنها قد تكون عديمة الخواص العضوية أو لها خواصها الخاصة.

٨- اللبن: يلعب دوراً سواء أستخدم كلبن كامل أو فرز أو مكثف أو مجفف أو كأجزاء منه (بروتينات الشرش والكازين): أ) عامل ترطيب: يمكن أن يحل محل الماء. ب) يستخدم كعامل إستحلاب لإحتوائه على البروتين والدهن. ج) عامل تكوين جل نظراً لإحتوائه على البروتين خاصة الكازين والبيومين السيرم. د) عامل تنكيه لمكونات تفاعل مايارد اللاكتوز والبروتين و/أو أحماض أمينية.

٩- عوامل الرفع leavening agents: تستخدم لرفع المنتج بواسطة الغازات من ثانى أكسيد الكربون. أ) الغاز gas: يشمل الهواء (حقن وخفق وزيادة حجم overrun) وبخار الماء أثناء الخبيز والإيثانول. ب) ثانى أكسيد كربون: من الخميرة

Saccharomyces cerevisiae كمادة جافة أو مضغوطة.

١٠- مساحيق الخبيز baking powders: تتكون من مادة تفاعل حمضية (حمض طرطريك أو أملاحه الحمضية والأملاح الحمضية لحمض الفوسفوريك ومركبات الألومنيوم أو إرتباط مابين هذه المواد) مع بيكربونات الصوديوم. وهى تستخدم أساساً للسرعة وإستمرار عملية الإنتاج وتختلف من المنتجات المخمرة بالخميرة والتى تحتاج إلى بعض الوقت ليحدث النشاط الأيضى.

١١- المُحمِضات: قد ينتج ك أ, فى الكيك المرفوع كيماوياً عن طريق مركب عضوى (جلوكونو-δ-لاكتون) أو غير عضوى (فوسفات البوتاسيوم أو الصوديوم وبيروفوسفات الصوديوم الحمضية) كما تستخدم الأحماض لتحسين خواص تكوين الجل فى البكتين.

١٢- منتجات الكاكاو: منتجات الكاكاو هى الشكولاتة ومساحيق الكاكاو (بدرجات مختلفة من نزع الدهن) وزبدة الكاكاو وتستخدم لتأثيرها على الخواص العضوية الحسية (اللون والنكهة والعبير) للمنتج ولخواصها الوظيفية التى تعتمد على كمية الدهن.

١٣- الزيوت الطيارة والأسنس والتوابل: يحصل عليها بالضغط أو التقطير فى تيار بخار من النباتات والثمار أو أجزائها أو بتقطيع الجذور والفاكهة والبذور ... الخ فى مذيبات كحولية أو بالتجفيف وسحق الأجزاء العطرية من النباتات.

١٤- المحفوظات (المربى والجيلى والمرملاد) والفاكهة المجففة: تستخدم : أ) لمقدرتها على التحلية والتلوين والتعطير. ب) لخواصها الوظيفية فى الفوقيات (مقدرتها على تكوين جل). وإضافتها للكيك يجب ضبطه لأنها تضيف رطوبة. وفى الفوقيات المؤسسة على الفاكهة خاصة فى الفطائر يجب أن يكون هناك حاجزاً بينها وبين الكيكة حتى يتجنب إعادة التميؤ الزائد مع ماينتج عنه من تطرية وفقد التلازج.

١٥- الفاكهة الجافة والنُقل: تستخدم لخواصها العضوية الحسية الخاصة (النكهة والمذاق والتلازج) مع كونها لاتساهم فى إدخال رطوبة جديدة وهى اللوز والبندق والزبيب وعين الجمل والتين والبلح.

التركيبات الأساسية

أهم المكونات فى تركيب الكيك هى الدقيق والسكر والغرويات (من البيض واللبن و/أو صموغ حيوانية أو نباتية) والدهن أو دهن التنعيم والماء وعامل الرفع (بيولوجى أو كيماوى) وأهم تأثيراتها: ١- التقوية نظراً للدقيق والغرويات. ٢- تركيبية نظراً أيضاً الدقيق والغرويات. ٣- الرفع نظراً للسكر والدهن والغرويات وعوامل الرفع. ٤- الفوقيات الناتجة من الغرويات والماء والسكر. ٥- الحمل carrying نظراً للماء واللبن.

ويمكن كما في فرنسا عمل الآتي:

١- نسبة وزن الدقيق للبيض لاتزيد عن ١ : ١ (وزن جاف).
٢- وزن الدهن يجب ألا يزيد على وزن البيض.
٣- وزن الدهن يجب ألا يزيد على وزن السكريات.
٤- وزن السكريات لايزيد على وزن السوائل الكلي.
٥- مساحيق الرافع تستخدم للضبط النهائي.

طرق الإنتاج methods of manufacture

المخاليط والطرق

يحصل على المواد للتخزين للإستعمال فيما بعد بحيث لايحدث أي تغيير أو تلوث فيزيقي أو كيماوي أو بيولوجي فتضبط درجة الحرارة وكمية الأكسجين والضوء والرطوبة والكائنات الحية الدقيقة ثم تخلط المواد الخام في كميات صحيحة وتبعاً لطرق متخصصة.

المواد الخام وحركتها

في تكوين الكيك فإن أول خطوة هي نقل المواد الخام سائلة أو صلبة لوزنها وخلطها إما بطريقة غير مستمرة يدوية أو آلية أو بطريقة مستمرة وفي هذه الحالة قد يستخدم الحاسوب. ويلاحظ أن نقل المواد الصلبة ووزنها أصعب من السوائل نظراً للتغيرات المتصلة بها مثل محتوى الرطوبة والخلط ومعدل النقص والتكوين والخواص الفيزيقية وتأثيرها على الإنسياب والناقلات. بينما السوائل خاصة تلك ذات اللزوجة العالية تسبب مشاكلاً.

والخلط هو عملية مرتبطة فهي ليست مجرد خلط مكونات مختلفة ولكنها أيضاً تسمح للمكونات خاصة الجلوتين لأن تنصهر وتهيىء بالضغط والقص shearing والمط والتقليب مع إعطاء لدانة وتكوين شبكة من العجين وينصح بتصميم خلط المواد الصلبة أولاً ثم تكوين التركيبة formulation مع الإضافة المتتابعة للمكونات التي تعمل كسوائل حاملة (الماء واللبن ودهن التنعيم ... الخ) فيما عدا في خلط المكونات للحصول على منتجات مرفوعة فيجب مراعاة الخواص الإنسيابية rheological (نيوتونية وشبه لدائنية وثيكسوتروبية/يسيل قوامها بالرج ومتمددة dilatant وريوبكتية rheopectic) للسوائل المخلوطة مع المواد الصلبة من أجل الحصول على عجين فيه الخواص الفسيوكيماوية من أنسب يكون للتقنية. ثم يحتاج الأمر لإنتاج عجين كريمي جيد ولدن لأن هذه الخواص من أسس وحدة نقل الحرارة وتغير الشكل أثناء الخبيز ولتركيب المنتج النهائي. وتلعب بروتينات الدقيق (جليادينات وجلوتينينات) الدور الرئيسي في هذه العملية وكوظيفة لنسبتهما فهما يكونان الجلوتين أثناء الخلط. والدقيق الغني في الجلوتين ينتج عجيناً صلباً يمكن رفعه بيولوجياً. بينما الدقيق فقير الجلوتين فينتج عجيناً قصيراً short عادة يستخدم مع المنتجات المرفوعة كيماوياً والتي لها نسب مواد صلبة/سائلة أعلا وتقسم الخلاطات إلى رأسية وأفقية تبعاً لوضع أذرع الخلط داخل السلطانية.

الخلاطات الرأسية: ١- الخلاط ذو الضارب الواحد one-beater mixer: الحركة داخل السلطانية عادة مزدوجة أى حركة محورية للضارب نفسه وحركة دائرية حول السلطانية. ٢- الخلاط ذو الضاربات المتعددة multiple beater mixer: الضاربات تتحرك محورياً ومنفصلة داخل السلطانية مؤثرة تبادلياً reciprocally على عملية الخلط. والضاربات تختلف فى الشكل (حلزونية وكلابية hook سينى sigmoid وفى شكل النصل blade-like) ويمكنها أن تدور على سرعات مختلفة كما أن السلطانية يمكن أن تدور فى عكس حركة الضاربات والسلطانية إسطوانية الشكل رأسية ومفتوحة لتسمح بدخول هذه الضاربات.

الخلاطات الأفقية: السلطانية (إسطوانية أو فى شكل U) توضع أفقياً وعامة ثابتة ولكن قد تتحرك لإخراج العجين. أما الضارب فإما أن يكون وحيداً أو متعدداً فيتحرك داخل السلطانية بسرعات مختلفة للخلط. وإذا كان قصيراً فقد يكون مائلاً بالنسبة لمحور السلطانية. وبعض الخلاطات يحتوى على أنصال "تفرمل braker" داخل السلطانية من أجل تعزيز عملية الخلط.

التقسيم والتدوير والتصفيح
dividing, rounding & sheeting

بعد الخلط يتم : ١- التقسيم من أجل فصل العجين بتقطيعه إلى قطع منتظمة من وزن واحد. ٢- التدوير من أجل: أ) إعادة ترتيب العجين المقطوع فى شكل منتظم، ب) منع فقد الغازات بالإنتشار. ٣- التصفيح لتكوين صفيحة من العجين عندما يحتاج إليها.

التقنيات التجارية فى الخبيز

غرف التخمر والتصميد
fermentation & proofing room

العجين المقسم والمدور قد يصفح ويوضع بالتتابع فى غرف تَخَمُر وتصميد والتى تحتاج إلى درجات حرارة مثلى ونسب رطوبة للتخمر بواسطة الكائنات الدقيقة (٢٥ – ٣٨°م ، ٧٥ – ٨٠٪ رطوبة نسبية). والتخمر ينتج ك أ٢ وإيثانول وتركيب مهوى يشبه الإسفنج وكذلك يكون النكهات وسلف النكهات.

والتشكيل يحدث عندما يوضع العجين المختمر فى وعاء مناسب فى الناتج يمكن أن يرتفع آخذاً شكل الوعاء، فيما عدا من فوق. وأجهزة تكوين الكيك تقسم إلى: ١- مقولبات إسطوانية. ٢- مقولبات عبر-حبوب cross-grain. ٣- مقولبات تصفيح معكوسة reversed-sheeting equipment. ٤- مقولبات لاوية للخبز twist bread moulders. ٥- مقولبات باثقة extrusion. ٦- مقولبات دائرة rotary moulders.

أجهزة الخبيز baking equipment

إختيار نظام التسخين (مباشر أو غير مباشر) أو مصدر الطاقة (بخار أو وقود أو كهرباء) ونوع نقل الحرارة (التوصيل أو الحمل أو الإشعاع) تظهر فى الصورة (٢). وأساسى ومؤسس أيضاً على أساس متغيرات خاصة للكيكة (الحجم والشكل والوصف) والوعاء الذى توضع فيه.

فمن الضرورى ملاحظة أنه فى حالة أفران الإشعاع (تحت حمراء أو موجات دقيقة) فالموجات المغناطيسية الكهربية يجب أن تمر مفضلاً خلال المنتج أفقياً لتساوى التسخين (الصورة ٢-ب).

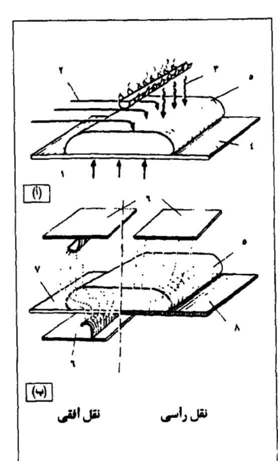
وكل الكيك يجب أن يخبز على درجات حرارة وأزمنة معينة فالحاجة لضبط درجة الحرارة والزمن مهمان لضبط التحويرات الآتية التي تتم أثناء الخبيز: ١- تكوين الغازات وتمددها (ك أ، وهواء). ٢- تكوين التركيب بتخثر الجلوتين والبروتينات الأخرى (مثل البيض) وجلتنة النشا. ٣- التجفيف الجزئي نظراً لتبخر الماء. ٤- تكوين النكهات. ٥- التغير في اللون نظراً لتفاعل مايارد Maillard البني بين اللبن والجلوتين وبروتينات البيض مع السكريات المختزلة وكذلك التغيرات في الكيماويات الأخرى (تغيرات اللون والنكهة). ٦- تكوين القشرة نظراً لجفاف السطح والإغمقاق نظراً لتفاعلات مايارد البنية وتكرمل السكر.

والأفران يمكن أن تقسم إلى دفعات أو مستمرة.

تقنيات خاصة بتزويق الكيك

بعد عمل الكيكة يحتاج إلى إتمام المظهر الخارجي للكيكة ويتم ذلك عن طريق:

١- الفوقيات toppings: تغطية الكيكة بأشكال تزويقية. ٢- التعفير dusting: إستخدام كميات صغيرة من مساحيق مأكلة أو حبيبات. ٣- التغطية coating: وضع طبقة سائلة مأكلة (مثل العسل أو الكارامل أو الكريمة المخفوقة أو بياض أو صفار البيض) على سطح الكيكة لحمايتها وتزويقها. ٤- التلبيس enrobing: مؤسس على الدهن وخالي من الرطوبة. ٥- التقشيع glazing: تغطية الكيكة بطبقات شفافة رفيعة من تحضيرات سائلة غنية في السكر/الجيلاتين. ٦- غطاء سكري icing للكيكة: أ) بطبقات سميكة غير شفافة من تحضيرات غنية في السكر/الجيلاتين (غطاء مائي water icing) أو ب) بمواد شبه صلبة/لدنة سميكة غنية في السكر الكريمي cream icing/الدهن. ٧- الملء filling: حقن تحضيرات من دهن/سكر في الكيكة.



صورة (٢): نقل الحرارة في الأفران.
أ- فرن تقليدي. ب- فرن إشعاعي (موجات دقيقة)

١) إنتقال الحرارة بالتوصيل. ٢) إنتقال الحرارة بالحمل.
٣) إنتقال الحرارة بالإشعاع. ٤) إطار فرن معدني.
٥) العجين. ٦) أقطاب معدنية للتردد العالي.
٧- إطار فرن لدائن.
٨- إطار فرن معدني يعمل كقطب عالي التردد.

التقنيات التجارية وإحتياجات الكيك للتجميد والتعليب وعمل الشرائح واللف والتعبئة

التعبئة بتكوين حاجز بين المنتج والبيئة الخارجية هو آخر العمليات ولها الوظائف الآتية: ١- للمحافظة على خواص الجودة والخواص العضوية الحسية. ٢- لتثبيط دخول الملوثات أو الشوائب الخارجية (الفطر والكائنات الحية الدقيقة) والأكسجين والماء والضوء والحرارة. ٣- لتثبيط المركبات الطيارة من المنتج (النكهات والرطوبة والغازات). ٤- لحماية المنتج من الضرر الميكانيكي . ٥- لإمكان بيع المنتج - إذا رُغِبَ - فى أجزاء. ٦- لإعطاء المستهلك معلومات (الروشمة القانونية وظروف التخزين وعمر الرف والتكوين). ٧- لتسهيل تقسيم التخزين والحركة وتحديد المركب (بإستخدام رمز القضيب bar code).

كما تسمح التعبئة بنسبة من المنتجات المجمدة الآتية: ١- الكيك الذى له أساس كريمة أو جيلاتى يزاد عمر الرف له إلى أشهر لأنه لو برد بدون تعبئة فإنه يكون له عمر رف قصير جداً (١-٢ يوم). ٢- المخاليط الخاصة (مثل فطائر النفخ وأساس الكرواسان وأساس الفطائر والطورطة) والتى تحتاج ألى عمليات أخرى قبل الإستهلاك (عادة التبع والطبخ أو الطبخ بدون تبع سابق فى فرن). فالتجميد يلعب دوراً هاماً فى منتجات الخبيز (مثل الخبز) لأنها تبطىء الأجون staling.

وقد تجرى التعبئة تحت فراغ أو تعبئة تحت جو محور modified atmosphere packaging بإستخدام النتروجين أوثانى أكسيد الكربون كما يمكن وضع الإيثانول فى وعاء الكيكة كمثبت للكائنات الدقيقة والمكونات الأروماتية.

• كيمياء الخبيز chemistry of baking

المكونات الرئيسية لعجينة الكيكة

principal ingredients of cake butter

دقيق الكيك يطحن عادة من قمح طرى وبه بروتين منخفض ورماد منخفض وله حجم جسيمات دقيق ويعامل بغاز الكلور مما يسبب فك البلمرة بالحلمأة لجزيئات النشا مما يزيد مقدرة تميؤ الدقيق. والدقيق يجب أن يكون جلوتينه رقيق mellow أثناء الخلط من غير خواص جَشِبْ ولكن يجب أن يكون له قوة ليضمن تركيب رغوة دقيقة. وأمثل محتوى بروتينى هو ٨,٥ ± ٠,٥٪ ورماد ٠,٣٦ ± ٠,٠٤٪ و جـيد ٤,٧ ± ٠,٠٢ ومتوسط حجم جزىء ١٠ ± ٠,٥ ميكرومتر.

ودهن التنعيم shortening له ثلاث وظائف رئيسية: أولاً يحبس الهواء أثناء العملية الكريمية creaming process للمساعدة فى التهوية المناسبة أو الرفع للعجينة والكيكة النهائية. وثانياً يغطى coats جسيمات البروتين والنشا مما يعطل/يمزق إستمرار الجلوتين وتركيب النشا ليطرى لب الكيكة. وثالثاً يساهم فى الرطوبة المرغوبة والطراوة/النعومة. ومع ذلك فتركيب خلية مُرْضٍ يمكن أن يتكون فى كيك الرغاوى بدون دهن تنعيم.

والبيض يؤثر فى التركيب والحجم والطراوة وخواص الأكل. فهو يؤدى عمل رابط ومحتواه من البروتين ومقدرته على الخفق إلى رغاوى هام فى تركيب الكيكة. والتركيب المهوى aerated يحمل

المكونات الأخرى لأن بروتينات البيض تساعد الجلوتين لتكوين شبكة معقدة لدعم التركيب. وعندما تخبز الكيكة فإن بروتين البيض يتخثر مساهماً فى جساءة اللب. والبيض عامل تطرية لأن الصفار عالٍ فى الدهون والليسيثين والتى تعمل كعوامل إستحلاب كما تعمل كروافع بحبس فقاعات الهواء والتى عندما تسخن وتتمدد يزيد الحجم عن طريق الإحتفاظ بغازات الرفع والبيض يضيف نكهة خفيفة ولكن مميزة ويزيد من القيمة التغذوية.

وعوامل الرفع الكيماوية تضاف لتهوية العجينة وجعل المنتج النهائى خفيفاً وطرياً وذا ثغور. والعجين ذو الثغور (قبل الخبيز) يضمن حجماً جيداً وتركيب خليّة موحد ولون لب براق وقوام طرى ويحسن من القيمة الأكلية. وبيكربونات الصوديوم + عامل حمضى (الجدول ٢) عادة ملح حمض ضعيف هى الروافع الأكثر إستخداماً.

جدول (٢): العوامل الحامضية المستخدمة فى الرفع.

الحمض		الصيغة	قيمة التعادل
فوسفات أحادى الكالسيوم	(ف.أ.ك MCP)	كا(يد$_{٢}$فوأ$_{٤}$)$_{٢}$.يد$_{٢}$أ	٨٠
فوسفات أحادى الكالسيوم اللامائى	(ف.أ.ك.لا AMCP)	كا(يد$_{٢}$فوأ$_{٤}$)$_{٢}$	٨٣,٥
بيروفوسفات الصوديوم الحمضية	(ب.ص.ح SAPP)	ص$_{٢}$يد$_{٢}$فو$_{٢}$أ$_{٧}$	٧٢
فوسفات صوديوم وألومنيوم	(ف.ص.لو SALP)	ص يد$_{١٤}$لو$_{٣}$(فوأ$_{٤}$)$_{٨}$.٤يد$_{٢}$أ	١٠٠
طرطرات أحادى البوتاسيوم	(كريمة الطرطر)	بويدك$_{٤}$يد$_{٤}$أ$_{٦}$	٤٥
كبريتات الصوديوم والألومنيوم	(كب.ص.لو SAS)	لو$_{٢}$(كب أ$_{٤}$)$_{٣}$.ص$_{٢}$كب أ$_{٤}$	١٠٠
فوسفات ثنائى الكالسيوم ثنائية التميؤ	(ف.ثنا.كا DCP)	كايدفوأ$_{٤}$.٢يد$_{٢}$أ	٣٣
جلوكونو-δ-لاكتون	(ج.د.ل CDL)	ك$_{٦}$يد$_{١٠}$أ$_{٦}$	٥٠

ومساحيق الخبيز هى إرتباطات بيكربونات الصوديوم وواحد من العوامل فى الجدول (٢) أو مكون حمضى آخر ويخفف عادة بمخفف من النشا أو الدقيق لمقايسة standardize مسحوق الخبيز. ومسحوق الخبيز يجب أن يعطى على الأقل ١٢٪ بالوزن من ك أ$_{٢}$ المتاح.

وتقسم مساحيق الخبز تبعاً لمعدلاتها إلى سريعة وبطيئة ومزدوجة العمل فالسريعة تطلق كل غازها تقريباً فى الدقائق الأولى بعد الإتصال بالسائل. والعجين يجب أن يتمدد فى هذه الحالة سريعاً وإذا فقد كثيراً من ك أ$_{٢}$ قبل أن ينعقد العجين فالحجم ينقص جوهرياً.

أما المساحيق التى تعمل ببطء فتتطلب حرارة الفرن لتطلق غازها وهى مزدوجة العمل double-acting فتتفاعل جزئياً على درجة حرارة منخفضة ولكنها تحتاج لحرارة لتكمل

التفاعل وهذه المنتجات تنتج عجيناً ينساب بنعومة.

وقيمة التعادل (ق.ع NV) تعطي توازناً مناسباً للعوامل الحمضية والقاعدية وهي تبين كمية بيكربونات الصوديوم المطلوبة لإطلاق كل غاز ك أ٢ من ١٠٠ وحدة من الحمض.

واللبن يدخل ضمن تركيبة الكيك القصير ويساعد محتواه من اللاكتوز والبروتينات في البنية كما يثبت الرغاوى ويساهم في تركيب الكيكة.

والسكر يساهم في المذاق الحلو ويعمل كمطرى moistener إذا أضيف كسكر سائل أو شراب ولكن في شكله المبلور يعمل كمجفف ويساعد في إدخال الهواء إلى الدهن عندما يكرم as they are creamed ويزداد حجم الكيكة عندما يصبح تحبب السكر أدق.

والملح يضاف لتعزيز النكهة.

وتوازن التركيب هام لإنتاج كيكة مهواة جيداً ذات قوام لب جيد وخواص خلية جيدة. وأنواع الكيك التي بها دهن تنعيم قليل أو منعدم تشمل كيكات الملائكة والإسفنجية. وبياض البيض المخفوق إلى رغوة مع السكر والدقيق هي مكونات أولية في كيكة الملائكة غالباً بنسبة ٤٢ : ٤٢ : ١٥ بالتتابع. كما يضاف كميات صغيرة من الملح وكريمة الطرطر ومادة تنكيه. ووزن السكر في التركيبة عادة يساوي وزن بياض البيض. والدقيق حوالي ٣/١ وزن السكر وكيكة الملائكة وهي تتكون من دقيق ١٠٠ ، سكر ٢٨٠، بياض بيض ٢٨٠ وملح ٤ ، وكريمة طرطر ٤ وفانيليا ٥ (نسبة خباز ٪ مؤسسة على ١٠٠ جزء دقيق).

أما الكيك الإسفنجي فيستخدم البيض كاملاً بدلاً من البياض فقط. ولتخفيف تأثير الجَشَابَة toughening من البيض الكامل يضاف سكر أكثر كمطرى. وكمية السكر يجب أن تكون مساوية لكمية البيض الكامل تقريباً. كذلك فإن السائل الكلي (البيض الكامل + اللبن أو الماء) يجب أن يكون أكثر من ٢٥٪ من وزن السكر والذي وزنه يجب أن يزيد على وزن الدقيق، والبيض + الدقيق يجب أن يكون أكبر من السكر + السوائل من غير البيض. وتركيب الكيكة الإسفنجية هي: دقيق ١٠٠، سكر ٩٥، شراب ذرة ١٢، بيض كامل ١٠٥، ماء ١٢، فانيليا ٣ ، ملح ٠,٧٥، ومسحوق خبيز ١,٥ على أساس نسبة خباز ٪ مؤسسة على ١٠٠ جزء دقيق.

وكيكة الرطل pound cake تحتوى على كميات متساوية (أصلاً ١ رطل من كل) من الدقيق والزبد والبيض والسكر ولكن الكميات الكبيرة من الزبد والبيض يجعل الكيكة مكلفة فعملت التركيبة الآتية: دقيق ١٠٠ ، سكر ١٠٠ ، دهن تنعيم ٥٠ ، بيض كامل ٥٠ ، لبن ٥٠ ، فانيليا ٢ ، وملح ١,٥ على أساس نسبة خباز ٪ مؤسسة على ١٠٠ جزء دقيق.

والكيكة المقصرة shortened لها التركيب(كيكة صفراء) ١٠٠ دقيق ، ٨٥ سكر وقد تصل إلى ١٢٠ ، دهن تنعيم ٤٥ ، بيض كامل ٥٠ ، لبن ٥٠ ، مسحوق خبيز ٢,٥ ، ملح ٢ ، ونكهة ١,٥ على أساس نسبة خباز ٪ مؤسسة على ١٠٠ جزء دقيق.

والكيك المقصر الأبيض يستخدم فقط بياض البيض ولايستخدم الصفار. والكيك المقصر الشكولاتة يحتوى سكر أكثر غالباً بإنقاص دقيق بمقدار مسحوق الكاكاو المضاف.

ومخاليط كيكة الصندوق box-cake mixes أو تركيب الكيكة عالية النسبة high-ratio cake formulae عملت لإنتاج كيكة أخف وأطرى. وعجينة الخلط ذات المرحلة الواحدة أغنى وأكثر سيولة. وتسمى عالية النسبة لأن وزن السكر يزيد على وزن الدقيق وقد يصل إلى ١٤٠٪ ودهن مستحلَب ضرورى للمساعدة على إدخال الهواء فى طور العجينة المائى.

التغيرات الكيماوية والفيزيقية أثناء الخلط

الغرض من الخلط هو تشتيت كل المكونات بكفاءة وإدخال الهواء فى الخليط. وإدخال الهواء يحدث فى مرحلتين: فترة من إدخال سريع على هيئة فقاقيع كبيرة يتبعها فترة تثبيت عندما تنقص الفقاقيع فى الحجم. وفى الطريقة الكريمية creaming أو التقليدية فالدهن والسكر يخلطان حتى يختلطا جيداً ويهوى المخلوط. وكمية كبيرة من الهواء تدخل فى طور الدهن وتكون خلايا صغيرة خلال العجينة. فكلما زاد تكريم creamed مخلوط الدهن-السكر كلما دخل هواء أكثر فى العجينة فبلورات السكر وفقاقيع الهواء تعلق فى الدهن.

ثم يضاف البيض وتضرب العجينة حتى تصبح زغبة/ منتفشة fluffy ومهواه جيداً ثم تضاف المكونات الجافة والدهن يغطى الدقيق والسكر مما يعطل تميؤهما وذوبانهما ويكون تطور الجلوتين قليلاً.

والكيكة الإسفنجية تتصل بالكيك الرغوى فيضرب بياض البيض إلى رغوة مع بعض السكر للثبات ثم يطرى الدقيق والمكونات الأخرى الجافة فيها بخفة. وشبكة بروتين البيض مع مايدخل فيها من هواء تكون تركيب الكيكة عندما تخبز.

وفى طريقة خلط المَفِنْ muffin يخلط البيض واللبن مع الدهن المصهور وهذا المخلوط يخلط بعد ذلك مع المكونات الجافة وتميل العجينة إلى أن تكون رفيعة وتنتج كيكة ذات لب خشن وحجم أقل وتميل إلى الأجون بسرعة.

وطريقة خليط الفطائر هى خلط الدهن والدقيق حتى يصبح زغباً ثم يخلط السكر والملح ومسحوق الخبيز ونصف كمية اللبن مع مخلوط الدهن-الدقيق ثم يتبعهم البيض وبقية اللبن وهذه الطريقة تنتج كيكاً له قوام ناعم وحبيبات ناعمة لأن الدهن مشتت جيداً.

وطريقة الخلط ذات المرحلة الواحدة تستخدم خليطاً ذا نسبة عالية أو كيكة الصندوق فكل المكونات توضع فى وعاء وتخلط لأوقات مختلفة وهذا يعطى كيكة ذات قوام ناعم ولكنها غير ثابتة بدرجة كافية للشحن.

التغيرات الكيماوية والفيزيقية أثناء الخبيز

تطلق فقاقيع الهواء المكرمة creamed فى الدهن إلى الطور المائى حتى قبل أن ينصهر الدهن حين تصل درجة الحرارة إلى ٤٠°م. ويطلق ك أ٢ من مسحوق الخبيز ويتجمع فى فقاعات الهواء. وعندما تسخن العجينة فإنها تصبح فى حركة بواسطة تيارات الحمل لأن العجينة الموجودة بجانبى وقاع الحلة تسخن أولاً وتلك التى فى المركز تسخن آخراً. والحرارة تُكَبر من خلايا الغاز أكثر عند ٨٠°م. وتحرير ك أ٢ وتمدد

خلايا الغاز كلما سخنت تسبب أن الكيكة ترتفع ويتكون البخار أيضاً مما يساهم في عملية الرفع. وتعمل المستحلبات على تحسين مطاطية فلم البروتين حول فقاقيع الغاز والأيونات عديدة التكافؤ الآتية من اللبن والبيض والدقيق والرافعات تساهم أيضاً في ثبات العجين.

ويعمل الضغط داخل خلايا الغاز على تمددها ومقاومة هذا التمدد يتم بتخثر البروتين وجلتنة النشا. والتوقيت يجب أن يكون مضبوطاً تماماً لفلم البروتين للتمدد مع الغازات المتمددة قبل أن يتخثر، وتجلتن النشا يأخذ ماءا لعقد العجينة وإنتفاخ حبيبات النشا يحدث قبل أن تنعقد العجينة. ثم - بدون تهدم - تقوم خلايا الغاز بإفراز غازات الرفع لكسر المستحلَب. ويظهر جزء من الدهن على سطح لب الكيكة.

وعندما تسخن العجينة تنقص لزوجتها المبدئية وعندما يتجلتن النشا فحبيباته تتحول من أجسام خاملة إلى شكل يمكنه أن يربط عدة مرات من وزنه ماءا. وهذا يزيد من لزوجة العجين مما يعطى مظهراً صلباً وتنعقد الكيكة. والسكر وبعض المستحلبات في التركيبة تضبط درجة الحرارة التى عندها يتجلتن النشا والكيكة عادة تنعقد في نظام صلب على درجة حرارة أقل من نقطة الغليان بكثير.

وتتبخر الرطوبة من سطح الكيكة أثناء الخبيز مما يبردها ولكن عند النهاية فالسطح يبرد بدرجة كافية لأن يصبح بنياً. وكلما كانت الكيكة غنية (محتويات سكر ودهن أعلا) كلما كانت درجة الحرارة التى يجب أن تخبز عليها أقل. ووقت الخبيز يجب أن يكون أقل وقت ممكن لتجنب كيكة ذات لون زائد عن الحد أو قشرة سميكة جداً.

دور المضيفات

يضاف غاز الكلور إلى دقيق القمح الطرى على معدل ٠,٠٣ - ١,٥ جم/كجم من الدقيق وهذا يخفض من جهـ ويحسن مقدرة الدقيق على أخذ سكر أكثر في كيكة النسبة العالية ويحسن دور الخبز بزيادة الحجم وتحسين التناسق وتحسين التحبب والقوام. وأحسن جهـ للدقيق ٤,٥ - ٤,٨ إذ يعطى أحسن النتائج. وإذا زيدت كلورة الدقيق فإنها تسبب أن العجين ينعقد في جوانب الحلة قبل أن يتم تمددها ويستمر المركز في الإرتفاع والنتيجة كيكة بقمة قوية. وإذا أنقصت كلورة الدقيق فإن غازات الرفع تهرب ويهبط مركز الكيكة عندما تبرد.

والمستحلبات تحسن من إدخال الهواء في شكل فقاقيع دقيقة وتشتت دهن التنعيم في جسيمات صغيرة الحجم وهى تظهر سلوكاً بيسطحى فريداً عند سطح الزيت/ماء وعندما تزيد تركيزاتها عن حد الذوبان فإنها تكون غشاءا بيسطحياً الذى تمتد إجزاؤه المحبة للماء في الوسط المائى. والغشاء يحيط بالزيت المشتت ويمنع المستحلَب من التكسر. ودهون التنعيم المهدرجة تحتوى على ٣٪ مستحلبات غالباً أحادى استيارات الجليسرول مع بعض ثنائى الاستيارات ولو أن كثيراً غيرها بما فيها مخاليط تستخدم الآن.

وتضاف مضادات الأكسدة إلى مخاليط الكيك حيث الدهن معرض للتزنخ التأكسدى والتحليلى

مما يسبب روائح ونكهات غير مرغوبة ولكن مضادات الأكسدة تعطل التزنخ التأكسدي. ويستخدم عادة أيدروكسي أنيسول البيوتيلي (أ.أ.ب BHA) وأيدروكسي تولويين البيوتيلي (أ.ت.ب BAT) و ت-بيوتايل ايدروكينون (ت.ب.أ.ك TBHQ) وجالات البروبايل. ويساعد حمضا السيتريك والفوسفوريك مضادات الأكسدة. وتختلف النسب تبعاً للقانون والإعتبارات الإقتصادية والوظيفية.

وتستخدم مضافات الألوان في كثير من منتجات الخبيز فتعطي الناتج درجة جودة أغنى وأعلا. وهناك نوعان: مصدق عليه وغير مصدق عليه certified and uncertifid والمصدق عليه مخلق ومنظم بالقانون جداً في حين أن غير المصدق عليه عادة من مصادر طبيعية . وفي الولايات المتحدة يستخدم هـ أ، ل FD & C أزرق نمرة ١، و هـ أ، ل أحمر نمرة ٣ و هـ أ، ل أصفر نمرة ٥ و هـ أ، ل أحمر نمرة ٤٠. وغير المصدق عليها من المضافات تشمل مستخلص الأناتو والـ β-كاروتين ومسحوق البنجر و β-ابو-٨-كاروتينال والزانثينات والكارامل والكارمين وزيت الجزر ومستخلص الكوتشينيل cochineal ودقيق بذرة القطن المنزوع الدهن جزئياً والمحمص وعصائر الفاكهة والخضر والبابريكا وزيت راتنج البابريكا والريبوفلافين والزعفران saffron وثنائي أكسيد التيتانيوم والكركم وراتنج الكركم.

كما تستخدم عوامل تنكيه فالتوابل تعامل من أجزاء عطرية مختلفة في النبات بما فيها الثمار واللحاء والبذور. ومن التوابل المستخدمة الفلفل الأفرنجي/البساتين واليانسون والكاراويا والحبهان والقرفة والقرنفل وبذور الكزبرة وبذور الشمار/الشمرة والزنجبيل وبذور الخشخاش والبسباسة والزعفران وبذور السمسم. وبعضها يعمل كعوامل تنكية وتلوين كما ينكه الكيك بالمستخلصات فمحلول من إيثانول أو جليكول البروبيلين للمواد ذات النكهة والرائحة من النباتات العطرية أو أجزاء منها كالفانيليا.

والشكولاتة والكاكاو من بذرة الكاكاو تستخدم أيضاً للتنكيه كما أنها يمكنها أن تضيف إلى حجم الكيكة حتى ١٠٪ من الوزن الكلي للتركيبة formula لأنها كثيراً ماتحل محل الدقيق.

(Macrae)

كلسم

كالسيوم/كلسيوم calcium

الكالسيوم هو خامس عنصر يوجد في التربة وهو ضروري لغذاء النبات والحيوان ومطلوب لتطاول الخلية وتقسيمها. ويوجد الكالسيوم في السيليكات والكربونات والكبريتات والفوسفات والفلوريد. وفي الثدييات معظم الكالسيوم يوجد في العظام والأسنان في صورة فوسفات كالسيوم وكربونات كالسيوم وفلوريد كالسيوم وفي النبات يوجد كالسيوم أكثر في الأوراق القديمة عن الصغيرة نظراً لإنتقال الكالسيوم القليل في اللحاء phloem ومستوى الكالسيوم في النبات من٥ - ٣٠جم/كجم على أساس الوزن الجاف وهو يوجد معظمه في بكتات الكالسيوم في جدر الخلايا في الرقيقة الوسطى فهي تعمل للتماسك بين خلايا النبات

والزيادة من الأحماض العضوية كحمض الأكساليك قد تظهر فى فجوات الخلية كأملاح الكالسيوم متبلرة مثل أكسالات الكالسيوم وكربوناته وفوسفاته. ويوجد الكالسيوم الحر كا$^{++}$ فى المسافة الحرة الظاهرة كأيون فسيولوجى ويمتص أيون الكالسيوم على خلايا الزيلم وتشبع الأبوبلازم apoplasm والشكل الأيونى ثنائى التكافؤ يمكن أن يمتز على المجموعات الأيدروكسيلية للكربوكسيل والفوسفور والفينول. وفى البذور يوجد الكالسيوم أوليا فى حمض الفيتيك.

الخواص الكيماوية

الكالسيوم معدن قلوى فى التربة والتربة القلوية موصلة جيدة للحرارة ولها ميل شديد للأكسجين وهناك اليكترونان فى مستوى الطاقة الخارجية ولذا يكون الكالسيوم مركبات حيث حالته التأكسدية هى +٢. والأيون المشحون بازدواج يتفاعل مع الماء لتكوين أيون متميء محكم وكثير من مركبات الكالسيوم (مثل الفلوسبار وكربونات الكالسيوم) هى غير ذائبة جداً وإن كان هناك إستثناءات (مثل كلوريد الكالسيوم ونترات الكالسيوم).
ويعطى جدول (١) تركيزات الكالسيوم فى الأغذية.

• الإزالة/التركيز فى المعاملات
elimination/concentration in processing

منتجات الألبان

طريقة معاملة اللبن لها تأثير كبير على محتوى الكالسيوم فى منتجات الألبان فجبن حمض اللاكتيك (مثل الجبن القريش وجبن الكريمة) هى مصادر فقيرة فى الكالسيوم ولكن تخثر اللبن (مثل جبن الشيدر) ينتج جبناً جيداً كمصدر للكالسيوم. وجبن الشيدر يحتفظ بحوالى ٦١٪ من الكالسيوم فى اللبن الطازج وجبن الآجر brick cheese يحتفظ بـ ٥٨٪ والجبن الأزرق بـ ٤٦٪. وجبن الستيلتون stilton cheese (وهى جبن غير مضغوطة) تفقد الكالسيوم بإستمرار أثناء التعتيق ويمكن عمل إرتباط بين هذا الفقد وحموضة التنقيط فى الشرش وعلى ذلك فجبن الستيلتون تحتفظ فقط بـ ٦ – ٨٪ من كالسيوم اللبن الخام و ٤٠٪ يترك فى الخثرة الجديدة و ٢٨٪ بعد أسبوعين من التطويق hooping و ١٠ – ١٥٪ بالوصول إلى وقت النضج. وجبن القريش والكريمة بها أقل من ١٠٪ تركيز من الكالسيوم الموجود فى جبن الشيدر. واللبن منخفض الدهن به محتوى كالسيوم أعلا قليلاً عن اللبن الكامل. والكريمة بها محتوى كالسيوم أقل من اللبن الكامل. وبالتالى الجيلاتى به تركيز أقل من الكالسيوم عن ثلج اللبن ice milk وصنف الجيلاتى ومهزوزاته بها محتويات كالسيوم أقل عن الجيلاتى (جدول ٢).

اللحوم

اللحم الطازج منخفض جداً فى الكالسيوم (٠,٠٦ – ٠,١٣ جم/كجم) وإن كان قلب الخنزير به ٠,٣٥/كجم. ولحم اللنشون والبقر المجفف بها ضعف الكالسيوم فى اللحم الطازج. واللحم المعلب خاصة البلوبيف وكبد البقر بها كالسيوم يتراوح مابين ٠,٢٩ – ٠,٤٠ جم/كجم.

جدول (١): تركيز الكالسيوم فى الأغذية.

الغذاء	تركيز الكالسيوم (جم/كجم)
البـــان	
لبن	١,١٩
لحـــم	
بقرى طازج	٠,٠٩
حمل طازج	٠,٠٩
خنزير طازج	٠,٠٧
دجاج طازج	٠,١٤
ديك رومى طازج	٠,٢٣
بيض	٠,٥٦
سمـــك	
بطلينوس بالبقسماط ومحمر	٠,١٨
سرطان مخبوز	٣,٨١
محار بالبقسماط ومحمر	٠,٢٠
اسكالوب بالبقسماط ومحمر	٠,١٣
جمبرى بالبقسماط ومحمر	٠,٥١
حُزَة السمك بالبقسماط ومحمر	٠,١٨
فاكهـــة	
برتقال	٠,٤١
تفاح (وزن جاف)	٠,١٩
مشمش (وزن جاف)	٠,٨٦
تين (وزن جاف)	١,٨٦
خوخ (وزن جاف)	٠,٤٤
طماطم (وزن جاف)	١,١٩
خضـــر	
كرنب (وزن جاف)	٣,٩٤
جزر (وزن جاف)	٢,٤٦
بصل (وزن جاف)	١,٦٨
بطاطس (وزن جاف)	٠,٢٥
بطاطا (وزن جاف)	٠,٧٥
أخضر الخردل	١,٣٨
قنبيط الشتاء/بروكلى	٠,٨٧
فاصوليا خضراء	٠,٥١
فاصوليا الليما	٠,٢٠
حبـــوب	
جريش الشوفان	٠,٠٩
جريش الذرة	٠,١٠
أرز بنى (وزن جاف)	٠,١٤
ارز ملمع (وزن جاف)	٠,٠٨
رقائق الذرة	٠,٠٨
قمح مقطع shredded	٠,٥١
ارز منفوخ puffed	٠,٠٧
خبز أبيض مغنى	٠,٨٦
خبز (دقيق قمح كامل)	٠,٨٦
مشروبـــات	
بيرة	٠,٠٥
قهوة	٠,٠٢
عصير برتقال	٠,٠٩
كولا	٠,٠٣
شاى	صفر
شكولاتة ساخنة	٠,٤٧

التركيزات ذكرت للغذاء كما هى مالم ينص على غير ذلك.

الخضروات

يتغير محتوى الكالسيوم فى بعض الخضروات بنضج النبات فهو يزيد بنضج الفاصوليا snap beans ولكنها لاتتغير لأخضر اللفت. والخبيز والتخليل والتحمير والتحميص والمعاملة بالبخار لاتأثير كبير لها على محتوى الكالسيوم. ولكن الغليان يستخلص الكالسيوم من الخضر فهو يستخلص ١٢٪ من الكالسيوم الأصلى فى الفاصوليا، ٢٠٪ من الجزر و ٢٠٪ من الكرنب. بينما طبخ الكرنب تحت ضغط ينقص الكالسيوم ٩٪. وعندما تغطى الخضر بالماء فحتى ٢٥٪ من الكالسيوم يُنَشْ إلى الماء.

جدول (٢): تأثير معاملة اللبن وتحضيره على محتوى الكالسيوم.

الغذاء	تركيز الكالسيوم (جم/كجم)
اللبن	١,١٩
لبن منخفض الدهن (٢٪)	١,٢٢
كريمة خفيفة	٠,٩٣
جيلاتى	١,٣٣
ثلج اللبن	١,٤٩
صندى الجيلاتى	
كارامل	١,٢٢
هوت فَدْج	١,٣١
فراولة	١,٠٥
مهزوزات اللبن	
شكولاتة	١,١٣
فراولة	١,١٣
فانيليا	١,٢٢
جبن الشيدر	٧,٢٩
جبن قريش	٠,٦١
جبن كريمة	٠,٦١

التركيزات ذكرت فى الغذاء كما هو.

ومعاملة وتحضير البطاطس لها تأثير كبير على الكالسيوم فالبطاطس المهروسة بها أعلى تركيز للكالسيوم وكذلك البطاطس المخبوزة نظراً لإضافة لبن وزبد إليها وتشيبس البطاطس به كالسيوم أكثر من البطاطس المحمرة فرنسياً ووضع صلصة الجبن على البطاطس المخبوزة يزيد من تركيز الكالسيوم ١٠ مرات.

الحبوب

طحن الحبوب إلى دقيق ينقص محتوى الكالسيوم ٥٠٪ والشوفان وجريشه بها محتويات أعلا من الكالسيوم عن الأغذية المعاملة الأخرى حيث يزال فقط القشرة الليفية والجزء المجاور من حبة الشوفان ويبقى الجنين والردة. وكثير من منتجات الحبوب خاصة حبوب الأطفال مغناة بالكالسيوم من أجل تقوية محتويات الكالسيوم فى الحبوب والتى تكون أقل بعد الطحن.

الفسيولوجى physiology

الكالسيوم هو أكثر المعادن وجوداً فى الجسم مكوناً ٢٪ من وزن الجسم.

• العوامل التى تؤثر على إتاحة الكالسيوم حيوياً

إتاحة الكالسيوم حيوياً هى مقياس لكمية الكالسيوم من مختلف الأغذية والتى يمكن للجسم إستخدامها فى وظائف الأيض العادية فهو يمتص من الأمعاء. وفى المأخوذ المنخفض يحدث هذا بواسطة آلية نشطة تعتمد على فيتامين د. وكلما زاد المأخوذ تصبح هذه الآلية مشبعة ويمتص كالسيوم أكثر بالإنتشار. وعلى المتوسط يمتص ٣٠٪ من الكالسيوم المتناول أو حوالى ٢٥٠ مجم لكل شخص فى اليوم ولكن هذا يتأثر بعدة عوامل غذائية وفسيولوجية.

العوامل الفسيولوجية physiological factors

كفاءة إمتصاص الكالسيوم أكبر أثناء فترات النمو والحمل والرضاعة كما تؤثر حالة فيتامين د والسن على كفاءة الإمتصاص.

العوامل الغذائية dietary factors

تشمل هذه العوامل الشكل الكيماوى وذوبان الكالسيوم ووجود مثبطات فى الغذاء. فالمواد التى تكون معقدات غير ذائبة مع الكالسيوم فى الأمعاء مثل الفيتات والأكسالات وحمض اليورونيك وبعض عديد السكريات غير النشوية (ع.س.غ.ن NSP) تنقص من إتاحة الكالسيوم حيوياً. ولكن ع.س.غ.ن التى تتخمر لاتؤثر على الإمتصاص الصافى حيث الكالسيوم يطلق بالتخمر وقد يمتص بعد ذلك فى القولون. ووجود هذه المثبطات (الفيتات وغيرها) فى الحبوب والخضر تنقص من إتاحة الكالسيوم حيوياً سواء فى الأغذية التى تحتويها أو المستهلكة معها.

ومحتويات البروتين العالية فى الغذاء تزيد من إمتصاص الكالسيوم ولكنها تزيد أيضاً من إفراز البول بحيث أن الناتج الصافى هو نقص الإتاحة الحيوية للكالسيوم.

والكالسيوم فى اللبن متاح أكثر من الحبوب والخضر وقد يكون هذا ناتجاً عن غياب المثبطات أو وجود مشجعات على الإمتصاص فى اللبن.

إفراز الكالسيوم calcium excretion

طريق إفراز الكالسيوم الأساسى هو الكلوة. وتختلف الكمية المفروزة يومياً بواسطة الرجال والنساء الأصحاء تبعاً للعمر والجنس وحجم الجسم والمأخوذ الغذائى للكالسيوم ومكونات الغذاء الأخرى (مثلاً البروتين) والتى إما أن تؤثر على الإمتصاص من الأمعاء أو مناولة الكالسيوم فى الكلوة. ويفقد مقدار صغير من الكالسيوم (حوالى ٦٠ مجم فى اليوم) فى الشعر والعرق والجلد والبعض يفرز فى الأمعاء الصغيرة ويفقد فى البراز.

الإستتباب للبلازما

plasma homeostasis

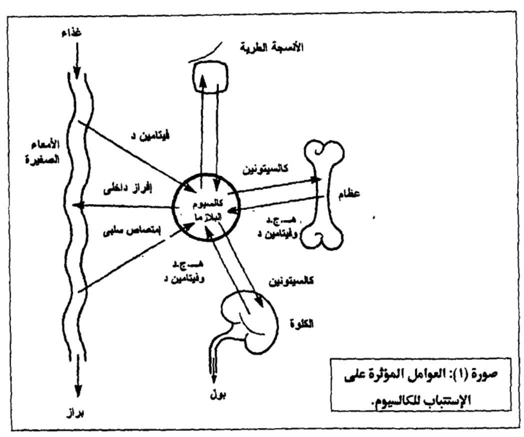
بالرغم من إختلاف المأخوذ والإمتصاص وإفراز الكالسيوم فإن تركيز الكالسيوم المتأين فى البلازما يبقى ثابتاً (١,٢ ميللى جزىء/لتر). والكالسيوم يدور فى البلازما فى ثلاثة أشكال: مرتبطاً ببروتينات البلازما (حوالى ٤٥٪) ومكوناً معقدات مع الشراب والفوسفات والبيكربونات (حوالى ١٠٪) وأيونات كالسيوم حرة (حوالى ٤٥٪) والشكل المتأين الحر هو الشكل البيولوجى الهام وينظم تركيزه بدقة من خلال عمل ثلاثة هرمونات سوياً (هرمون الجنبدرقية parathyroid hormone وفيتامين د وكالسيتونين) والتى إما تزيد أو تنقص تركيز البلازما بإستجابة إما لنقص أو زيادة تركيز البلازما من الكالسيوم المتأين (الصورة ١). فإفراز هذه الهرمونات يضبط بتركيز البلازما من الكالسيوم المتأين بحيث أن هناك نظام تغذية خلفى.

العوامل المؤثرة على الإستتباب للكالسيوم

الهرمون الجنبدرقى parathyroid hormone

أهم هرمون ينظم الكالسيوم المتأين فى البلازما هو الهرمون الجنبدرقى (هـ.ج.د PTH) ويعمل أساساً بضبط كمية الكالسيوم المفرزة بواسطة الكلى. هـ.ج.د PTH يزيد إعادة إمتصاص الكالسيوم من قنيات tubules الكلوة وبذا ينقص إفراز الكالسيوم. وليس له تأثير مباشر على إمتصاص الكالسيوم من

الأمعاء ولكنه يشجع تحويل فيتامين د إلى ٢٥،١(أيد)٫ فيتامين د 1,25(OH)2 vitamin D (وهو الشكل النشط لفيتامين د) في الكلى والذى له تأثير مباشر على الأمعاء الصغيرة.



صورة (١): العوامل المؤثرة على الإستتباب للكالسيوم.

فيتامين د vitamin D

في الإنسان يأتى فيتامين د من مصدرين رئيسيين: الجلد حيث يتكون الكولكالسيفيرول بفعل الأشعة فوق البنفسجية على ٧ ديهيدرو كوليسترول ومن الغذاء في شكل إرجوكالسيفيرول. والأشخاص الذين يحصلون على أشعة شمس قليلة معرضون لنقص فيتامين د. وكلا الكولكالسيفيرول cholecalciferol والإرجوكالسيفيرول ergocalciferol يحولان في الكبد إلى الشكل التخزيني ٢٥(أيد) فيتامين د 25(OH) vitamin D وهذا يدور في البلازما ويحول في الكلوة إلى الشكل النشط ٢٥،١(أيد)٫ فيتامين د تحت ظروف منضبطة جداً. وهو ينشط الإمتصاص النشط للكالسيوم من الأمعاء الصغيرة ويعزز إعادة إمتصاص الكالسيوم من الكلوة. وينقص تركيز كالسيوم البلازما في إستجابة لزيادة الكالسيوم الغذائي.

كالسيتونين calcitonin

بعكس هـ.ج.د PTH وفيتامين د فالكالسيتونين ينقص تركيز كالسيوم البلازما المتأين. وإفرازه ينشط

بزيادة كالسيوم البلازما والكالسيتونين يثبط إطلاق الكالسيوم من العظام كما يعمل على الكلوة لتشجيع الإفراز البولي للكالسيوم.

• وظائف الكالسيوم functions of calcium النمو growth

قياس إزدياد الكالسيوم
measurements of calcium accretion
حوالي ٩٩٪ من الكالسيوم في الجسم يوجد في العظام وكله آتٍ من الغذاء وإن كانت متطلبات الكالسيوم للنمو لم تحدد بعد. ومحتوى الكالسيوم الكلي في الجسم يزيد من ٢٨جم (٨جم/كجم من وزن الجسم) عند الولادة إلى حوالي ١ كجم (١٩جم/كجم) عند النضج وهذا يبين متطلب متوسط من ١٤٣جم/يوم على مدى ١٨ سنة. والنمو غير ثابت وتزداد كمية الكالسيوم وتنقص أحياناً.

معدلات النمو rates of growth
أقصى معدل نمو (أي معدل الزيادة في الإرتفاع) يحدث بعد الولادة سريعاً ثم ينقص إلى معدل أقل من الثلث لقيم السنة الأولى للبنات سن ١٠ وسن ١٢ في الصبيان. ثم يتبعها فترة من معدل نمو متزايد وهو معدل النمو قبل البلوغ. ويبلغ أقصى معدل نمو في هذا السن عند ١٢ سنة في البنات و١٤ سنة في الصبيان ولكنها ليست في إرتفاع معدلات النمو في الطفولة. ثم تنقص معدلات النمو مرة أخرى حتى بلوغ سن البالغين حيث يقف النمو. وتختلف معدلات متطلبات الكالسيوم للنمو أكثر من خمس مرات من حوالي ٧٠مجم/يوم أثناء فترات النمو البطيء إلى ٣٧٥مجم/يوم أثناء النمو السريع. وتزداد كفاءة إمتصاص الكالسيوم أثناء فترات النمو السريع ففي خلال أول سنة قد تكون مرتفعة إلى ٦٦٪ في الأطفال الذين ترضعهم الأمهات. فمتطلبات الكالسيوم الغذائية لن تختلف بمقدار خمس مرات.

الإستتباب للهيكل skeletal homeostasis
العظم هو نسيج ضام متخصص يحتوى خلايا وألياف كولاجين مشبعة بملح معدني متبلر شبيه بأيدروكسي أباتيت hydroxy apatite (٣ كا٣ [فوأ٤]٢ كا(أيد)٢) ويوجد نسيج العظام على شكلين: ١- مضموم أو لحائي cortical حيث يكون العظم الجزء الخارج للعظام وبخاصة السيقان shafts للعظام الطويلة. ٢- العظام الحاجزة/ الحويجزة trabecular bones تكون الشبكة mesh work من الأجزاء الداخلية للعظام طويلة الفقرات والحوض. وتختلف نسبهما في العظام المختلفة. ونسيج العظام يتغير بإستمرار وهذا يحدث في مراكز نشاط خلوى تسمى وحدات إعادة تخطيط basic remodeling units. وهذه إذا نشطت تتقدم في طريق محدد سابقاً والعوامل التي تؤثر على عدد الوحدات الأصلية ليس له تأثير على عمر الوحدات سابقة الوجود ولو أن الكميات النسبية للعظام المكونة أو المتآكلة eroded عند كل وحدة يمكن أن يحور. وأكبر معدلات فقد العظام يحدث عندما يكون عدد كبير من وحدات إعادة التخطيط basic remodeling units قد بدأت وعندما يتآكل عظام أكثر مما يتكون عند كل وحدة.

وتكوين العظام ينشط بالنمو والتمرين ويثبط بعدم الحركة وتحت التغذية والاستيرويدات الجلوكوكورتيكية glucocorticosteroids. وتآكل العظام ينشط بواسطة هـ.ج.د PTH وعدم الحركة ويثبط بالكالسيتونين. وأيض العظام يتأثر بهرمونات كثيرة أخرى مثل الاستروجينات والاندروجينات وهرمونات النمو والهرمون الدرقي thyroid.

• فقد العظام bone loss

العوامل المؤثرة على فقد العظام

factors affecting bone loss

يستمر ترسيب المعادن لمدة ١٠ سنوات أو حتى بعد أن يقف النمو. وقمة كتلة العظام (ق.ك.ع PBM) لايتم الوصول إليها حتى العقد الثالث من الحياة. وكمية العظام المتراكمة عند النضج تختلف بين الأشخاص ويتم التحكم فيها بعوامل وراثية وبيئية. فمن عمر ٣٠ أو حوالي ذلك كلا من المعادن والشبكة تزال من السطح الداخلي للعظام أسرع من إضافة العظام إلى السطح الخارجي وهذا جزء طبيعي من عملية الكبر في السن وتبعاً لذلك فإن قشرة العظام الطويلة تصبح أرفع ومعرضة أكثر للكسر. وفي النساء في وقت اليأس أو في النساء اللاتي ينقطع عنهن الطمث (كنتيجة لتمرين شاق مثلاً) نقص الاستروجين oestrogen يؤدي إلى زيادة تحول العظام وعدم توازن بين تكوين العظام وإعادة إمتصاصها عند كل وحدة إعادة تخطيط وهذا ينتج عنه فقد في العظام. وهذه المعدلات المتزايدة من فقد العظام تستمر لمدة حوالي ٥ سنوات بعد سن اليأس ولأن العظام الحاجزة trabecular هي أكثر نشاطاً عن العظام المضمومة compact فإن تأثير نقص الاستروجين يُرَى عادة أكثر في العظام التي بها نسبة أعلا من العظام الحاجزة مثل الفقرات.

إن الكالسيوم مهم خلال الحياة. وقيمة الكالسيوم الغذائي الزائدة في منع فقد العظام ليس واضحاً. وفقد العظام المتسارع بعد سن اليأس يرجع إلى زيادة تحول العظام وإلى عدم توازن بين تكوين العظام وإعادة إمتصاصها كنتجة لنقص الاستروجين. ولايمكن منعها بزيادة الكالسيوم وحده وإن أنقصت زيادة الكالسيوم جرعة الاستروجين اللازمة لمنع فقد العظام. وفي الأشخاص كبار السن حيث إمتصاص الكالسيوم قد يضار نظراً لنقص وظيفة الكلى مع نقص تابع لنشاط فيتامين د فإن زيادة الكالسيوم قد تكون ذات فائدة في نقص فقد العظام المضمومة نتيجة السن.

الدور المنظم للكالسيوم

regulatory role of calcium

هذه يمكن تقسيمها إلى ناحيتين:

١- ناحية يؤثر فيها كالسيوم سلبي passive: حيث يعمل الكالسيوم كعامل مشترك مع كثير من الإنزيمات وكمكون رئيسي لآلية تجلط الدم.

٢- ناحية نشطة active: حيث التغيرات في تركيزات الكالسيوم داخل الخلية إستجابة لمنشط فسيولوجي مثل الهرمون أو ناقل عصبي neurotransmitter يمكن أن يعمل كإشارة داخل الخلايا. وهذا يطلق حوادث events مثل تجمع الخلايا وإنقباض العضل وحركة

الخلايا وتهدم بروتين العضل والإفراز ونقل وتقسيم الخلايا.

وتركيز الكالسيوم الحر داخل الخلية حوالى ١٠٠٠٠ مرة أقل منه خارجها. ونقص صغير فى نفاذية غشاء الخلية للكالسيوم أو إطلاق صغير للكالسيوم من مخزن داخلى يسبب إرتفاعاً فى تركيز الكالسيوم داخل الخلايا وهذا قد ينشط إستجابة. وزيادة كبيرة قد تسبب ضرراً للخلية. وتركيز الكالسيوم داخل الخلايا يحتفظ به بواسطة مضخة تزيل الكالسيوم من الخلية. والخلايا المتنكرزة/الميتة necrotic تحتوى مابين ١٠-١٠٠ مرة مثل التركيز العادى للكالسيوم وإن كان غير معروف إذا كان هذا سبب أو نتيجة لموت الخلية.

الكالسيوم وإرتفاع ضغط الدم
calcium & hypertension

دراسة السكان تعتبر أن مأخوذ كالسيوم منخفض يؤدى إلى ضغط دم مرتفع غير واضحة تماماً. والأدلة متضاربة فى علاقة تركيز الكالسيوم بضغط الدم.

وتزداد مستويات الكالسيوم البولى وكذلك مستويات هـ.ج.د PTH ولوحظت تغيرات غير طبيعية فى الكالسيوم داخل الخلايا وبعض هذه التغيرات موجود قبل إرتفاع ضغط الدم مما يعنى أنها قد تكون جزءاً من إضطراب أساسى لتركيب الغشاء ووظيفته التى تحدث فى فرط ضغط الدم. وعموماً فلايعتقد إن زيادة مأخوذ الكالسيوم له أى تأثير على ضغط دم الأشخاص ذوى ضغط الدم العالى أو على ضغط الدم العادى.

زيادة الكالسيوم hypercalcaemia

كالسيوم الجسم تحت إستتباب محكم بحيث أن تجمع زائد للكالسيوم فى الدم أو الأنسجة من زيادة الإستهلاك غير معروف. وزيادة تركيز الكالسيوم تحدث عادة كنتيجة لفشل آلية ضابطة أما عامة أو محلية. وزيادة تركيز الكالسيوم الدائر circulatory ينتج ترسيب ملح الكالسيوم فى كثير من الأنسجة بما فيها القلب والكلوتين.

وزيادة الكالسيوم فى الأطفال ذكرت كنتيجة لزيادة كبيرة فى فيتامين د فى أغذية الأطفال كما ذكر تكلس القلب والكلوتين وإعاقة ذهنية وضرر فى المخ وموت فى عدد من الأطفال.

إنخفاض الكالسيوم hypocalcaemia

حوالى نصف الكالسيوم فى الدم مرتبط بالألبيومين وإذا إنخفض البيومين البلازما فإن الكالسيوم يكون منخفضاً أيضاً. وعمل هـ.ج.د PTH وفيتامين د يضمن أن تركيز كالسيوم البلازما المؤين لاينخفض تحت قيمته العادية. وإن كان إنخفاض الكالسيوم قد يحدث كنتيجة لنقص هـ.ج.د PTH بعد جراحة فى الغدة الدرقية أو نقص فيتامين د مما يؤدى إلى نقص فى إمتصاص الكالسيوم وهو مايلاحظ فى الكساح ولين العظام osteomalacia. وإنخفاض الكالسيوم يؤدى إلى زيادة فى الإهتياجية excitability للأعصاب وخلايا العضلات. وهذا يؤدى إلى تخدير numbness ووخز خفيف tingling وألم حاد مفاجىء twitching خاصة فى الأيدى والأقدام والوجه.

متطلبات الكالسيوم والمأخوذ الغذائي المرجع (خ.غ.م)
calcium requirement & reference nutrient intake (RNI)

توازن الكالسيوم في الجسم يتراوح مابين ٢٠٠ مجم في اليوم إلى ٩٧٥ مجم في اليوم. والقيم العليا حصل عليها عندما كان إمتصاص الكالسيوم منخفضاً بدرجة غير مقبولة. ومتوسط دراسات توازن ٢١٢ شخصاً كان ٥٧٨ جم في اليوم وكان مأخوذ الكالسيوم ٩٠٠ مجم في اليوم أحتيج إليه لمنع توازن سلبي في ٩٥٪ من الأشخاص.

وضع المأخوذ الغذائي المرجع (خ.غ.م)
setting the RNI

تتراوح قيم خ.غ.م RNI في العالم من ٤٥٠جم في اليوم في الهند إلى ١٢٠٠ مجم في اليوم في الولايات المتحدة للأشخاص في سن ١١ - ٢٤ سنة.

وقد نزلت المتوسطات من ١٠٣٧ مجم في اليوم عام ١٩٦٠ إلى ٨٤٠ مجم عام ١٩٨٩ ويرجع ذلك إلى نقص إستهلاك اللبن والخبز. والأشخاص الذين لايأكلون أي منتجات حيوانية vegans فهم لايستهلكون لبناً أومنتجات ألبان يأخذون ٥٣٧مجم كالسيوم في اليوم أساساً من مصادر نباتية وهذه قد لاتمتص كما يمتص الكالسيوم من منتجات الألبان بسبب وجود مثبطات في الخبز الكامل وبعض الخضروات.

ووضع خ.غ.م RNI مسألة تحتاج لمعلومات غذائية وأشياء أخرى وتوصيات مؤسسة على أساس متماسك لايمكن عملها حتى تجرى بحوث في المجالات الآتية: ١- تأثير الكالسيوم في أطوار الحياة الأولى على الوصول إلى قمة كتلة العظام. ٢- مدى مقدرة الأشخاص على التعود على مأخوذ كالسيوم مختلف في الأعمار المختلفة. ٣- علاقة الكالسيوم الغذائي وضغط الدم في الأغذية diets العادية. ٤- التفاعل مابين الكالسيوم والمغذيات الأخرى والتي قد تُحِد أو تُعَزز إمتصاص أو إستخدام هذه المغذيات أو الكالسيوم نفسه.
(Macrae)

الأسماء: بالفرنسية calcium، وبالألمانية Kalzium، وبالإيطالية calcio، وبالأسبانية calcio. (Stobart)

كل

إكليل الجبل/حصا البان rosemary

الإسم العلمي *Rosemarinus officinalis* L.

الفصيلة/العائلة: الشفوية Lamiaceae

بعض أوصاف

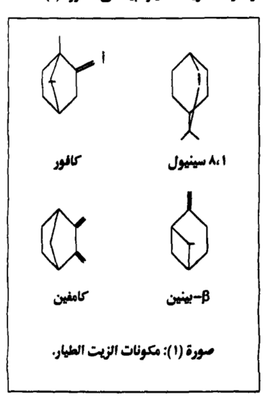
تتكون من الأوراق الجافة وهي عشب مستديم الخضرة يصل إلى ٢ متر مع أفرع كثيرة والأوراق خطية إلى خطية رمحية ١,٥ - ٣,٥ سم في الطول وجاسئة وجالسة sessile وجلدية coriaceous والسطح العلوي أخضر غامق بينما السطح السفلي مبيض صوفي ومنقط بغدد مع ضلع وسطي ظاهر والهوامش ملتفة والأزهار لونها أزرق فاتح نادراً وردية أو بيضاء وتحمل في إبط الأوراق.

وأوراق إكليل الجبل أروماتية وتعطي رائحة الكافور عند سحقها وتستخدم لتنكيه السلطات والخضر

والشوربة واللحوم والسجق والصلصات وطعمها حاذق ومر. والزيت الطيار يحتوى على β-بينين و ١، ٨-سينيول وكافور وبورنيول وهو يستخدم فى مستحضرات التجميل وقد يحل محل الأوراق فى تنكيه منتجات الأغذية. والزيت حوالى ١,٥ - ٢٪ من الأوراق ويستخدم فى الليكير والنبيذ الطبى والفرموت.

وتجمع الأوراق وتجفف فى مكان مظلل هاو أو فى مجففات على ٣٥ - ٤٥°م وتحفظ فى أكياس ورق أو جوت فى مكان جاف مكيف الهواء.

ومكونات الزيت الطيار مبينة فى الصورة (١).



صورة (١): مكونات الزيت الطيار.

مضادات الأكسدة فى أكليل الجبل/حصا البان

وجد أن مستخلصات البترول الخفيف للأسفاقس/المريمية/ناعمة rage وإكليل الجبل/حصا البان rosemary كانت مؤثرة كمضاد أكسدة كايدروكسى انيسول البيوتيلى butylate hydroxyanisole ومضاد الأكسدة يمكن إستخلاصه من إكليل الجبل بالتقطير بالبخار لإزالة الزيوت الطيارة ثم تستخلص الأوراق المنزوعة منها الزيت الطيار بالإستخلاص بالإيثانول ويمكن تنقية المستخلص الخام بالتقطير الجزيئى والكارنوزول carnosol هو أكثر مضادات الأكسدة كفاءة ولكن هناك أيضاً حمض الكارنوسيك والروزمانول rosmanol والروزمارى ثنائى الفينول rosmaridiphenol والروزمارى كينون rosmariquinone (الصورة ٢).

الأسماء: بالفرنسية romari، وبالألمانية Rosmarin، وبالإيطالية rosmarino/ramerino، وبالأسبانية romario/romero. (Stobart)

كلوروفيل/يخضور chlorophyll

أنظر: يخضور (خضر)

كلوستريديوم Chlostridium

كلوستريديوم برفرنجنز Chlostridium perfringens

هى أكثر البكتريا الممرضة إنتشاراً ويوجد منها مايفرز الزعاف أ، ب، ج، د، ى A, B, C, D & E والنوع أ مرتبط بمرض الإنسان والأنواع الأخرى مرتبطة بمرض الحيوان وأحياناً ج يرتبط بمرض الإنسان. وهى كالن غير هوالى مكون للجراثيم يوجد فى اللحم الطازج والدواجن

وجراثيمه يمكن أن تبقى حية بعد كثير من معاملات الأغذية ولأنها لاتستطيع النمو على درجات حرارة مختلفة فهي كثيراً ماتسبب تسمم الإنسان الغذائي.

الصورة (٢): بعض مضادات الأكسدة في إكليل الجبل/حصا البان. (أ) كارنوزول، (ب) حمض كارنوسيك، (ج) روزمانول، (د) روزماري ثنائي الفينول rosmaridiphenol، (هـ) روزماري كينون rosmariquinone.

الوجود في الإنسان والأغذية والبيئة

هي جزء من فلورا الأمعاء في الإنسان والحيوان كما توجد في التربة وتوجد في المياه الملوثة بالمجاري وبعض الهيئات تستخدم وجودها في البراز كدليل على جودة المياه.

وفي الدراسات الأولى ركز على عزل السلالات المقاومة للحرارة التي لها جراثيم تبقى حية وتنشط بالتسخين على ١٠٠°م لمدة ٦٠ق) حيث أعتقد أن هذه المجموعة تبقى حية بعد الطبخ عن جراثيم سلالات المجموعة الحساسة للحرارة ولكن حوالي

الستينات تبين أن المجاميع الحساسة تستطيع التسبب فى نشوب التسمم الغذائى ويبلغ أعدادها فى براز الإنسان ١٠^٢ – ١٠^٥ فى كل جم. والمرضى فى نشوب التسمم يحملون من ١٠^٦ – ١٠^٨/جم ويحمل كبار السن أعداداً قد تفوق ١٠^٦/جم (عد كلى أو جراثيم) أو أكثر.

ويوجد الكائن فى الشوربة والصلصة والتى تحتاج إلى وقت قصير بعد التسخين فى التحضير. كذلك فى الأعشاب والتوابل وبذلك فإن التبريد البطىء أو التسخين لمدة غير كافية يمكن أن ينتج عنه أعداد كبيرة منها بحيث تسبب تسمماً كما أن الأكسجين يزال من البيئة أثناء الطبخ مما يخلق ظروفاً مناسبة لنمو هذا الكائن.

التسمم الغذائى

يحدث عادة التسمم الغذائى فى خلال ٨ – ٢٤ ساعة وتستمر الأعراض لمدة ١–٢ يوماً وتشمل الإسهال وتقلصات فى البطن شديدة وقد يحدث قىء وهو عادة ناتج عن نوع أ A من الخلايا.

المآل أثناء المعاملة والتخزين

درجة الحرارة هى أهم عامل فى تحديد وتكاثر الـ *C. perfringens* بعد الذبح والتعبئة وعمر الجيل منخفض حتى ٨ – ١٠ق والعوامل الأخرى التى تحدد النمو هى غياب الأكسجين ونشاط الماء و جـ يد ومحتوى الملح. ويوجد كل من الخلايا الخضرية والجراثيم. والخلايا الخضرية تستطيع النمو على درجات حرارة من ١٥ – ٥٠°م وأقل درجة حرارة مابين ٤٣ – ٤٦°م ولكن حتى بين ٦٠، ٧٠°م تستمر حيوية الخلايا ولكنها تفقد الحيوية على ٧٥°م. ومعدل وصول درجة الحرارة الداخلية يؤثر على بقاء الخلايا الخضرية، فمستوى الفصيلة/الردف rump المطبوخ على درجة حرارة ٧٧°م فى ٢,٢٥ ساعة يحتفظ بأعداد من الخلايا الحية. وفى نفس الوقت صدر الدجاجة وووركها عندما طبخا فى ماء على ٨٢°م ووصلت درجة الحرارة الداخلية إلى ٧٧°م فى ٢٠ق أو أقل قتلت هذه المعاملة ١٠^٥ من الخلايا الخضرية ولذا ينصح بحفظ اللحوم المطبوخة أعلا من ٦٢,٨°م أو أقل من ١٠°م.

ومعظم جراثيم *C. perfringens* المعزولة من اللحم أو الدجاج هى من نوع الحساس للحرارة الذى يقتل بالتسخين إلى ١٠٠°م لعدة دقائق. ولكن الجراثيم المقاومة للحرارة توجد ولو بأعداد أقل وهذه لها قيم د.,, D_{100} (قيمة الخفض العشرى عند ١٠٠°م) من ٦ – ١٧ق وبذا يمكنها البقاء حية بعد عمليات الطبخ (والتى تتخلص من الأكسجين فى بيئة الطبخ) وتنبت وتعاود نمو الخلايا الخضرية إذا أعطيت الظروف المناسبة خاصة درجة الحرارة.

والخلايا الخضرية لـ *C. perfringens* حساسة لدرجة الحرارة المنخفضة فهى تموت بالتخزين وكذلك التجميد (لعدة أسابيع) يثبط الخلايا الخضرية. وخطوة التجميد الأصلية تنقص العدد ١٠–أمثال. والخلايا الخضرية تموت أكثر عند –٥°م عنها عند –٢٠°م. والجراثيم أكثر مقاومة فهى لاتتأثر بالتبريد وتثبط فقط إلى حد بالتجميد.

وقبل أن تبتدىء الجراثيم مرة أخرى فى نمو الخلايا الخضرية فيجب أن تنبت هذه الجراثيم ويجب وجود المغذيات المناسبة وهذه توجد فى اللحم والدواجن ومنتجاتهما. والجراثيم الحية تقاس تقليدياً بتسخين مزرعة على ٧٥ - ٨٠°م تبعاً للسلالة لمدة ١٠ - ٢٠ق ثم إجراء العد بالأطباق وهذه الطريقة تنشط الجراثيم وتثبط أى خلايا خضرية وأمثل درجة حرارة للإنبات مماثلة لنمو الخلايا الخضرية فى جهـ ٥,٥ - ٧,٠.

ومن الصعب ذكر الزمن اللازم لـ *C. perfringens* للتوالد فى الأغذية للوصول إلى أعداد تسبب تكون زعاف ولكن لوحظ أن اللحوم المخزنة على درجات حرارة دافئة لمدة على الأقل ٢ ساعة بعد الطبخ كانت عاملاً هاماً فى تفشى المرض ويزداد الخطر عندما يسمح لهذه الأغذية بالتبريد ببطء لمدة عدة ساعات مثل طول الليل.

ولما كان تكاثر البكتريا لوغاريتمى فالمعدل الذى يتجمع فيه أعداد ضارة من الخلايا يعتمد إلى حد كبير على حجم الملقح inoculum وتلعب درجة حرارة الطبخ والتخزين والتخزين دوراً كبيراً خاصة وأن الكائن ينمو على درجات حرارة عالية نسبياً.

تحديد الـ *Clostridium perfringens*

الإثبات العملى لنشوب تسمم غذائى من *C. perfringens* يبنى على واحد من خمسة مقاييس: ١- وجود أكثر من ٩٠ كائن/جم من الغذاء. ٢- وجود ١٠^٦ جرثومة من الكائن فى براز الشخص المريض. ٣- وجود نفس نوع المصل serotype فى معظم المرضى. ٤- وجود نفس نوع المصل فى الغذاء المتهم/المشكوك فيه وفى براز المرضى. ٥- وجود الزعاف المعوى enterotoxin فى البراز.

التحديد فى الأغذية الخام والمعاملة

تستخدم نفس الطرق مع الأغذية الخام والمعاملة وهذه الأغذية لاتحتوى أكثر من ١٠٠ خلية أو جرثومة/جم وعادة أقل كثيراً. وفى هذه الحالة إختبارات أنابيب الإختبار للعدد الأكثر إحتمالاً (ع.أ.ح most probable number (MPN يمكن إستخدامها لعد الأعداد المنخفضة فى الأغذية فاللبن المحتوى على الحديد (وسط لبن حديد أو و.ل.ح iron milk medium IMM أى ١٠ مل من لبن مجنس يحتوى على ٠,٢جم مسحوق حديد) يمكن إستخدامه وعندما تحضن على ٤٦°م تنتج *C. perfringens* "تخمراً عاصفاً stormy fermentation" فى و.ل.ح IMM وهذا يعرف بإنتاج خثرة حمضية (متسببة عن تخمر حمض اللاكتيك) مع مايتبع من إزعاج الخثرة بواسطة أحجام من الغاز. ووسط مغنى بغير ع.أ.ح MPN (مرق تريبتيكاز - جلوكوز - مستخلص خميرة) مع التحضين على ٣٧°م ويتبعه العد الإنتقائى selective plating على أطباق تريبتيكاز- كبريتيت-سيكلوسيرين (أو نيوميسين آجار الدم) يمكن أيضاً إستخدامه. والتثبيت ضرورى فى الطريقتين.

تحديد الخلايا في الغذاء المشكوك في سميته
detection of cells in suspected food poisoning

الأغذية المشكوك فيها في نشوب تسمم الإنسان عادة تحتوى عدداً كبيراً من الخلايا الخضرية وعدداً قليلاً نسبياً من الجراثيم وهذا الغذاء يجب تبريده ومعاملته بسرعة لأن الخلايا حساسة للتبريد المفاجيء. والتحليل المتأخر يحصل على أعلى أعداد عندما تخلط الأغذية (بعد تقطيرها إن لزم) ١ : ١ مع ٥٠٪ جليسرول وتحفظ على ٢٠°م أو إذا لزم الأمر للشحن توضع في وعاء من ثلج جاف.

وطريقة العد بالأطباق المنتقاة تستخدم لعد الخلايا الحية ومعظم طرق العد بالأطباق تعتمد على مقدرة *C. perfringens* لإختزال الكبريتيت إلى كبريتيد وهذا في وجود ملح حديد ينتج عنه تكون مستعمرات سوداء نظراً لكبريتيد الحديدوز. وأحسن وسط هو الطبق المصبوب من تربتوز كبريتيت سيكلوسيرين (ت.ك.س tryptose (TSC sulphite cycloserine بدون صفار بيض. وبعد التحضين اللاهوائي لمدة ٢٤ ساعة على ٣٧°م فالمستعمرات السوداء (عادة ١٠) يجب إثبات هويتها confirmed وهذا يتم بتلقيح وسط سائل من مرقة بيتون جلوكوز مستخلص الخميرة أو وسط ثيوجليكولات سائل والتحضين على ٤٦°م لمدة ٤ ساعات أو طول الليل على ٣٧°م. وأنابيب من لاكتوز-جيلاتين و نترات-متحركة -motility nitrate تلقح من كل وتحضن على ٣٧°م لمدة ٢٤ ساعة. والـ *C. perfringens* غير متحركة وتخمر اللاكتوز وتسيل الجيلاتين وتختزل النترات إلى نتريت وعددها في الجرام يحدد بضرب عد الطبق الإفتراضي في نسبة المستعمرات المُثْبَتة كـ *C. perfringens*. ومستويات جراثيم البراز تحدد بنفس الطريقة فيما عدا أن العينة تسخن على ٧٥°م لمدة ٢٠ق. ودرجات الحرارة المرتفعة لطرق ع.ح.أ MPN المذكورة أعلاه لاينصح بها لتحديد أعداد *C. perfringens* في البراز في حالة نشوب تسمم.

تحديد الزعاف المعوى في التسمم الغذائي المشبوه detection of enterotoxin in suspected food poisoning

يعقب تناول أعداد كبيرة من الخلايا الخضرية في الغذاء المشبوه تكاثر الخلايا في الأمعاء الصغيرة وعندما تتجرثم فإنه يصحبه تكون الزعاف المعوى. وتحلل الكيس البوغي sporangia لإطلاق الجراثيم الناضجة ينتج عنه إطلاق للزعاف المعوى. وتحديد الزعاف المعوى في البراز هام في التشخيص حيث الزعاف لايحدد في براز الأشخاص الأصحاء ومن القرائن المذكورة أعلاه فإن هناك حالات عندما يكون تحديد الزعاف الداخلي فقط في البراز دال فمثلاً لايوجد غذاء متاح أو أن السلالات لايمكن تحديد نوعها أو أن هذا يخص المرضى كبار السن الذين قد يحملون أعداداً كبيرة من نفس نوع المصل أو جراثيم بدون أعراض التسمم الغذائي. ومعظم عينات البراز من حالات التسمم الغذائي بها تركيزات زعاف معوى تزيد على ١ ميكروجرام/جم من البراز.

وتوجد طريقتان تصلحان لتحديد الزعاف المعوى في البراز وتعملان إذا أستخدمتا خلال يومين من إبتداء الأعراض وهما طريقة مناعة ممتصة

ومرتبطة بإنزيم (م.م.ر.أ ELISA) وطريقة لز طور النسل المعكوس (ل.ط.ن.ع RPLA reversed phase latex agglutinations assay والطريقة الأخيرة مكلفة ولكن بسيطة وبها خرز النسل latex والذى تمت عملية جعله حساساً sensitize (عوملت treated) بواسطة مصل مضاد للزعاف المعوى تعرض إلى تخفيفات مسلسلة من المادة المحتوية على الزعاف المعوى. وبعد التحضين طول الليل يحدد رقم اللز agglutination titre ولكن لز agglutination غير متخصص يمكن أن يحدث عند تركيزات منخفضة جداً (عند حدود الإكتشاف) وتفضل طريقة مناعة ممتصة ومرتبطة بإنزيم (م.م.ر.أ ELISA) عندما تقدر عينات عرضية وهى تستطيع تحديد ٢ - ٥ نانوجرام/جم من البراز.

واللحوم والدواجن مسئولة عن التسمم الغذائى من C. perfringens نظراً لأنها تحتوى المتطلبات التغذوية للكائن. ولكن اللحوم المعاملة لاتتعرض غالباً نظراً لوجود أملاح المعالجة وإنخفاض نشاط المياه وكلاهما يثبط نمو الخلايا الخضرية.

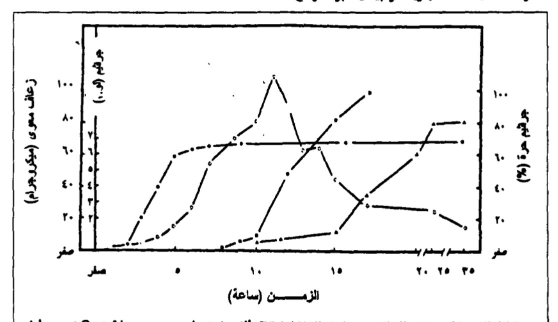
التسمم الغذائى بواسطة *Clostridium perfringens*

يتسبب زعاف معوى فى أعراض التسمم وهذه عبارة عن إسهال وتشنجات فى البطن شديدة. أما الحرارة والقيء فنادران، وهذا يحدث بعد ٨ - ٢٤ ساعة من تناول الغذاء المحتوى على أعداد كبيرة من الخلايا الخضرية وأعداد من الخلايا الخضرية تبقى حية بعد المرور فى المعدة وتتجرثم فى الأمعاء ويمكن الحصول على مايحدث فى المعمل بتلقيح خلايا خضرية فى وسط مناسب للتجرثم. والصورة (١) تبين ذلك بعد حوالى ٣ ساعات من التلقيح فى وسط التجرثم فتتكون جراثيم مقاومة للحرارة يتبعها عن قرب تراكم الزعاف المعوى فى داخل الخلايا. ويحصل على أقصى عدد للجراثيم بعد ٧ ساعات والجراثيم الحرة يمكن أن تحدد بعد ١٠ - ١٢ ساعة ومع تحرير الجراثيم الناضجة من الكيس البوغى sporangia يطلق الزعاف المعوى وينقص تبعاً لذلك تركيز الزعاف المعوى فى مستخلص الخلية. ويزيد تركيز الزعاف المعوى خارج الخلية بالتوافق مع زيادة الجراثيم الحرة. وفى الإنسان هذا يتبع إطلاق الزعاف المعوى فى تجويف lumen الأمعاء الصغيرة.

موقع ودور العمل site & mode of action

الزعاف المعوى لـ *C. perfringens* يسبب تجمع سائل فى قطاعات من الأمعاء الصغيرة ويحدث إسهال فى كثير من حيوانات التجارب. والقولون لايتأثر بالزعاف المعوى حيث - على الأقل فى الأرانب - لايوجد تغير فى نقل السائل أو الأليكتروليتات فى هذا النسيج. والزعاف المعوى يتسبب فى إفراز ماء صافٍ وكذلك صوديوم وكلوريد ويثبط إمتصاص الجلوكوز بينما لايتأثر إمتصاص البوتاسيوم والبيكربونات. وحساسية الأمعاء الصغيرة للأرنب للزعاف تزيد من الإثنى عشر العليا إلى أسفل مع كون اللفيفى أكثر إستجابة. وتدل الدراسات الهستولوجية على هدم الخلايا الظهارية epithelial المعوية عند أطراف

الزغب villi وغشاء فُرَشْ الحد brush border المعوى يفقد هيئته المطلوبة المميزة وتفقد كميات كبيرة من الغشاء والسيتوبلازم إلى التجويف lumen. وتحدث تغيرات تشريحية مشابهة بعد حقن الزعاف المعوى فى الوريد. وفُرَشْ الحد (الغشاء الزغبى الدقيق microvillus membrane) لطرف الخلايا الظهارية الزغبية يعتبر الموقع الأول لعمل الزعاف المعوى. والزعاف المعوى - بعكس حالات *Escherichia coli* والكوليرا حيث الزعاف حساس للحرارة - فإنه لايزيد من مستويات أدينوسين أحادى الفوسفات الحلقى (أ.أ.ف.ح cAMP) فى الغشاء المخاطى للأمعاء الذى يكون نشطاً فى إفراز سوائل.



صورة (١): الزمن لتكوين الزعاف المعوى داخل الخلايا وإطلاقه أثناء تجرثم *C perfringens* نوع A I.
o محتوى الزعاف المعوى النشط بيولوجياً/مجم مستخلص بروتين الخلية. ■ ميكروجرام زعاف معوى نشط بيولوجياً/مل مرشح المزرعة.• جراثيم مقاومة للحرارة/مل. ^ النسبة المئوية للخلايا الحية المتكسرة الخالية من الكيس البوغى sporangia.

ويسبب الزعاف المعوى تكون فقاعات bleb غشاء سريعة فى خلايا الفيرو Vero (كلوة القرد الأخضر الأفريقى) ويحدث تثبيط كامل لنقل الأحماض الأمينية وحمض دى أكسى-ريبونيوكلييك (د.أ.ر.ن DNA) وحمض الريبونيوكلييك (ح.ر.ن RNA) وتخليق البروتين خلال ٣٠ق من التعرض. وخلال ٤٠ق تنفصل ٧٥٪ من خلايا الفيرو (من قارورة المزرعة اللدائنية) وحوالى ٥٠٪ تكون غير حية.

وإضطراب غشاء البلازما هو الفعل المتخصص للزعاف المعوى فى خلايا الفيرو والإرتباط بغشاء الخلية يجب أن يحدث مبكراً. وهذا لايحدث فى

الخلايا المقاومة طبيعياً أو الخلايا المنتقاة لمقاومة الزعاف. وقد عزل بروتين وزنه الجزيئى ٥٠٠٠٠ من أغشية فُرَشْ الحد المعوية للأرنب وهذا البروتين يثبط النشاط البيولوجى للزعاف المعوى فى خلايا الفيرو مما يقترح أن له دوراً فى ربط الزعاف المعوى. ولم يوجد دور لجانجليوسيد ج م، GM_1 (الجانجلوسيدات gangliosides تكون عائلة من ليبيدات كربوايدراتية حمضية والتى هى مكونات غشاء هامة) من أغشية فُرَشْ حد أمعاء الأرنب فى الزعاف المعوى لـ *C. perfringens* وهذا يعكس مايحدث من دور لجانجليوسيد ج م، GM_1 فى ربط زعاف الكوليرا.

والزعاف المعوى يسبب ثقوباً وظيفية من حجم معرف فى أغشية خلايا الفيرو Vero. والنتيجة تغير فى نفاذية الغشاء مسببة تدفقاً سريعاً فى الماء والأيونات مباشرة بعد الربط. والمثبتات التناضحية تحمى ضد التغيرات فى النفاذية والتشريح المحثة بواسطة الزعاف المعوى، مما يعزز أن الغشاء هو موقع العمل. ومع دفق صافٍ للماء والأيونات يتمدد الغشاء وتتكون فقاعات bleb. وهذا يتبعه فقد فى السوالف precursors الضرورية بالتسرب leakage. ومع إعاقة تخليق الجزيئات الكبيرة فالخلية تموت. وهذا يحدث فى نموذج الخلايا فى الزجاج *in vitro* ولكنه غالباً مايحدث فى غشاء الأمعاء الصغيرة للإنسان كموقع أولى لعمل الزعاف المعوى لـ *C. perfnngens*.

وتنتهى الأعراض خلال ١-٢ يوم وعادة لايحدث موت ولكن حدث مع كبار السن، وفى هذه الحالة العلاج بإحلال سوائل ومعادن ضرورى.

المنع والضبط prevention & control

العوامل المؤدية لنشوب تسمم *C. perfringens* هى:١- تحضير الغذاء مبكراً جداً مقدماً. ٢- تبريد غير كاف. ٣- التخزين على درجة الحرارة المحيطة. ٤- عدم كفاية إعادة التسخين.

والهاموم gravy والمرق والأجزاء الكبيرة من اللحم يجب أن تبرد إلى ١٠°م خلال ٢-٣ ساعات والأغذية المبردة يجب أن تسخن إلى ٧٥°م مباشرة قبل تقديمها لهدم الخلايا الخضرية. ويوجد الكائن فى مختلف الأغذية فإعتبارات المنع تعتمد على معرفة كيفية تحضير الغذاء وعلى معرفة تقنية التخزين خاصة ضبط درجة الحرارة. وتعليم مناولى الأغذية هى مفتاح لمنع التسمم الغذائى عامة وخاصة ذلك الناتج عن *C. perfringens*.
(Macrae)

وجود *Clostridium botulinum*

Clostridium botulinum هى بكتيريا موجبة لجرام غير هوائية قضيبية الشكل تكون جرائيماً وهى تنتج أقوى زعاف بيولوجى هو الزعاف العصبى بوتشيلينوم.

وتقسم سلالات *C. botulinum* إلى سبعة أنواع من أ ب ،ج ، د ، هـ، و، ز A, B, C, D, E, F, G.
والبوتشيلزم فى الإنسان بما فيها المحمول غذائياً والجروح والأطفال ترتبط بأنواع أ، ب، هـ A, B, E ونادراً جداً و F. وأنواع ج ، د C & D تسبب البوتشيوليزم فى الحيوان. وحتى الآن لايوجد مايربط ز G بالمرض. ونسبة للإختلافات الفسيولوجية فإن هذه الأنواع تقسم إلى أربع مجموعات: ١- جميع نوع A أ وأنواع السلالات

المحللة للبروتين من نوعى ب، و B & F.٢-٣ كل أنواع هـ E والسلالات غير المحللة للبروتين من نوعى ب، و B & F.٣- نوع ج C وسلالات د D. ٤- سلالات ز G. وسيركز هنا على مجموعات ١، ٢ حيث أنها ترتبط بمرض الإنسان.

وجود *C. botulinum* فى البيئة

جراثيم *C. botulinum* توجد فى التربة والرواسب ولكن أعدادها ونوعها تختلف تبعاً للمكان وإحتمال تلوث الغذاء يتوقف على التوزيع ووجود الجراثيم فى البيئة.

وجود *C. botulinum* فى الغذاء

يحدث التلوث أثناء النمو أو حصاد المحصول وغالباً مايكون فى بيئة عالية فى الجراثيم وإن كان التلوث يمكن أن يحدث أثناء أو بعد المعاملة. وأهم الأغذية هى السمك واللحوم وأغذية الأطفال والعسل.

والسمك قد يتلوث بالجراثيم فى بيئته أو أثناء المعاملة أو التناول وهى من نوع هـ E. واللحم يرتبط به نوعاً أ، ب A & B وكذلك يوجدا فى الفواكه والخضر خاصة عيش الغراب.

والجراثيم فى العسل وغير ذلك من أغذية الأطفال يمكنها أن تكون مستعمرات فى الأمعاء وتنتج الزعاف وتسبب بوتشيلزم الأطفال ويبلغ حوالى ١-١٠ جرثومة/كجم من العسل. أما تعرض الأطفال لشراب الذرة وحبوب الأرز فهو قليل جداً وإن وجدت الجراثيم فيهما. ومن الأغذية الأخرى التى أختبرت منتجات الألبان والمنتجات المعبأة تحت فراغ وأغذية الثقة convenience foods فقد وجدت الجراثيم بها منخفضة جداً.

العوامل التى تؤثر على النمو وإنتاج الزعاف فى الأغذية

أهم العوامل التى تؤثر على نمو *C. botulinum* فى الأغذية هى درجة الحرارة ورقم جيد ونشاط الماء (نم a_w) وجهد الأخسدة والمواد الحافظة المضافة ووجود كائنات حية أخرى. وقد وضعت حدود قصوى و/أو صغرى للمعالم التى تسمح بنمو *C. botulinum* (الجدول ١) ولكنها لاتعمل مستقلة وعادة تعمل مع بعضها وكثير منها لها تأثير تآزرى أو مضاف.

جدول (١): خواص المجاميع ١، ٢ لـ *C. botulinum*.

الخاصية	المجموعة	
	١	٢
نوع الزعاف	أ، ب، و	ب، هـ، و
أقل درجة حرارة للنمو (°م)	١٠	٣,٣
أقصى درجة حرارة للنمو (°م)	٤٨	٤٥
أقل رقم جيد للنمو	٤,٦	٥,٠
تركيز (ص كل) ٪ المثبط	١٠	٥
أقل نم للنمو	٠,٩٤	٠,٩٧
د...١م للنمو (أقل)	٢٥	٠,١>

درجة الحرارة

نظراً لأن الأغذية تخزن عادة على درجات حرارة منخفضة فالنمو كان على أقل درجة حرارة تسمح

بالنمو وقد وجد أن هذه ١٠°م لمجموعة ١، ٣,٣°م لمجموعة ٢ وهذه الحدود تنطبق على سلالات قليلة وتتوقف على ظروف نمو مثلى. وإنتاج الزعاف يحتاج لعدة أسابيع على حدود درجات الحرارة المنخفضة وأمثل درجة حرارة هي في المدى ٣٥-٤٠°م لمجموعة ١ وفي مدى ٢٥-٣٠°م لمجموعة ٢ والحدود العليا لدرجات الحرارة لمجموعة ١ هي ٤٥-٥٠°م ولمجموعة ٢ هي ٤٠-٤٥°م.

رقم جيد

عادة أقل رقم جيد يسمح بنمو مجموعة "١" هو ٤,٦ ولمجموعة "٢" هو حوالي ٥,٠. والحدود العليا للنمو هي في مدى أرقام جيد ٨ - ٩ وكثير من الفواكه والخضر حمضية بدرجة تثبط نمو *C. botulinum* عن طريق جيد فقط بينما تحفظ الأخرى بواسطة إضافة محمضات مثل عيش الغراب المخلل marinated. وهناك عدة عوامل تؤثر على تحمل الحمض منها السلالة ووجود المواد الحافظة ونشاط الماء وجهد الأخسدة ونمو الكائنات الدقيقة المقاومة للحمض مثل الخميرة والعفن قد يرفع من رقم جيد فيما يجاورها إلى مستوى يسمح بنمو *C botulinum* الذي يمكنه أيضاً النمو في الأغذية المحمضة إذا كان التوازن بطيئاً في جيد. وفي المعمل تعمل تركيزات عالية من البروتين على حماية *C. botulinum* وتسمح بنموه على مستويات جيد تحت ٤,٦ ولكن هذا لايحدث في الأغذية المحفوظة بالحموضة.

الملح ونشاط الماء (نم a_w)

الملح (ص كل) عامل هام في ضبط *C botulinum* في الأغذية وتأثيره التثبيطي يرجع أساساً إلى خفض نم a_w وبالتالي على تركيزه في الطور المائي. وتحت ظروف مثلى فتركيز الماج المحدد للنمو هو حوالي ١٠٪ لسلالات من مجموعة "١"، ٥٪ لسلالات من مجموعة "٢" وهذه التركيزات تتقابل جداً مع نم a_w المحدد بـ ٠,٩٤ لمجموعة "١"، ٠,٩٧ لمجموعة "٢" في الأغذية حيث ص كل هو الأساس في خفض نم a_w. وعموماً كلوريد الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم والجلوكوز والسكروز لها أنظمة مماثلة بينما إستخدام الجليسرول يخفض مستوى نم a_w المحدد للنمو بمقدار حتى ٠,٠٣ وحدة. و نم a_w المحدد قد يرتفع جوهرياً بعوامل أخرى مثل زيادة الحموضة أو المواد الحافظة.

جهد الأخسدة redox potential

ينمو *C. botulinum* على أمثله عند جس E_h -٣٥٠ مليون فولت ولكن إبتداء النمو قد يحدث في مدى جس E_h +٣٠ إلى +٢٥٠ مليون فولت ووجود مواد مثبطة أخرى قد يخفض من الحد الأعلا. وإذا إبتدأ النمو فإن جس E_h ينزل بسرعة. والتعبئة في جو محور تستخدم بكثرة لزيادة عمر الرف وتحسين قيمة الأغذية ويتوقف على الجو والغذاء فإن نمو الكائن قد يثبط أو ينشط وكثير من الدراسات أظهرت أن الكائن ينمو بنفس الدرجة في الهواء أو تحت فراغ فوجود الأكسجين في الحيز العلوي لايثبط الكائن بالضرورة.

المواد الحافظة preservatives

النتريت مهم فى إنتاج اللون المميز والنكهة فى منتجات الأغذية المعالجة ولكن أهم دور له هو تثبيط نمو *C. botulinum* وهى أكثر تأثيراً مع إنخفاض جهـ وزيادة محتوى ص كل وإضافة اسكوربات ومشابه الأسكوربات إلى المنتج الغذائى. وتتفاعل النتريت مع كثير من مكونات الخلية ويظهر أنها تثبط الكائن بواسطة أكثر من آلية واحدة منها هى –ربما– تفاعلها مع بروتينات الحديد-الكبريت الضرورية لتثبيط نظام الفوسفوروكلاستيك phosphoroclastic الذى يمد الخلية بالطاقة وكذلك تفاعل النتريت أو أكسيد النتريك مع الأمينات الثنائية فى اللحوم لإنتاج نتروزأمينات وبعضها مسرطن مما أدى إلى قوانين تحد من إستخدام النتريت. والمركبات الأخرى النشطة ضد الكائن تشمل الأسكوربات والبارابينات parabens والنيسين ومضادات الأكسدة الفينولية وعديد الفوسفاتات والأسكوربات وحمض الإيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA) والميتالنالى الكبريتيت و ن-أحادى الألكايل ماليات والفيومارات & *n*-monoalkyl maleate fumarates وأملاح اللاكتات. وإستخدام الدخان الطبيعى أو السائل له تأثير تثبيطى جوهرى على *C. botulinum* فى السمك ولكن يظهر أنه غير جوهرى فى اللحوم.

الكائنات الحية الدقيقة الأخرى

الكائنات الدقيقة الأخرى لها دور جوهرى جداً فى ضبط *C. botulinum* فى الأغذية فالخمائر والعفن المتحملة للحموضة قد تجعل البيئة أكثر مناسبة لنمو الكائن وكائنات دقيقة أخرى قد تثبطه إما بتغيير البيئة أو بإنتاج مواد مثبطة متخصصة أو بكليهما. وبكتيريا حمض اللاكتيك بما فيها *Lactobacillus* و *Pediococcus* و *Strepococcus* spp. يمكنها تثبيط الكائن فى منتجات اللحوم عادة بخفض رقم جهـ وربما أيضاً بإنتاج بكتيريوسينات bacteriocins. وإستخدام بكتيريا حمض اللاكتيك مع كربوايدرات تتخمر – طريقة وسكونسن – أستخدمت لإنتاج الباكون مع مستوى أقل من نتريت فى الولايات المتحدة. ونمو الكائنات الدقيقة الأخرى قد يحمى المستهلك بجعل الفساد المنتج أقل عرضة للإستهلاك.

التثبيط الحرارى thermal inactivation

جراثيم *C. botulinum* من مجموعة "١" مقاومة للحرارة جداً وقيم د D (الوقت اللازم لتثبيط ٩٠٪ من المجموعة عند درجة حرارة معينة) يختلف كثيراً بين سلالات الكائن ويتوقف على كيف أنتجت الجراثيم وعوملت وعلى بيئة التسخين ونظام الإستعادة recovery system. وجراثيم أ A، ب B هى أكثرها مقاومة للحرارة ولها قيم د١٢١م $D_{121°c}$ فى مدى ١,٠– ٠,٢ ق. والجراثيم لها أهمية خاصة فى تعقيم الأغذية المعلبة منخفضة الحموضة وقد أستخدمت صناعة التعليب قيمة د D ٠,٢ ق على ١٢١°م كمقياس لحساب المعاملة الحرارية. وقيم ى Z (التغير فى درجة الحرارة الضرورى لعمل تغير فى قيمة د D قدره ١٠ مرات)

للسلالات الأكثر مقاومة هو تقريباً ١٠°م وقد استخدمت أيضاً كمقياس. وقيم ى Z قد تختلف بعدة درجات. وبالرغم من التغير فى د D ، ى Z فإن تبنى عملية ١٢د 12D كأقل عملية حرارية تطبق فى تعليب الأغذية منخفضة الحموضة بواسطة صناعة التعليب قد ضمنت إنتاج منتجات آمنة.

وبالرغم من أن سلالات مجموعة "٢" هى أقل مقاومة للحرارة كثيراً (د$_{١٠٠م}$ <٠,١ق $D_{100°C}$ <0.1 min) عن سلالات مجموعة "١" فإن بقاءها فى المنتجات المبسترة والمبردة هام نظراً لمقدرتها على النمو على درجات حرارة التبريد. وقيم د$_{٨٢م}$ $D_{82°C}$ لنوع هـ E فى منظم فوسفات متعادل هى على وجه العموم فى مدى ٠,٢ - ١,٠ ق بينما قيم د D هى غالباً أعلا فى الأغذية فإن قيم ى Z هى أساساً واحدة. وبسترة المنتجات مثل لحم السرطان والأسماك المعاملة يجب أن يصل إلى خفض ١٠ لو.$_{١٠}$ $10\ log_{10}$ فى سلالات نوع هـ E.

التثبيط بالتشعيع

inactivation by irradiation

C. botulinum هى ربما أكثر الجراثيم المقاومة للإشعاع التى لها أهمية فى الصحة العامة. وقيم د D (جرعة التشعيع المطلوبة لتثبيط ٩٠٪ من المجموعة) لسلالات مجموعة "١" هى عند -٥٠ إلى -١٠°م فى مدى ٢,٠ - ٤,٥ كيلو جراى kGy فى منظمات متعادلة وفى الأغذية. وجراثيم من نوع هـ E هى هامشياً أكثر حساسية فلها قيم د D فى مدى ١-٢ كيلو جراى kGy. والغرض من التعقيم الصناعى بالإشعاع radappertization هو خفض عدد الجراثيم الحية viable لـ *C. botulinum* الأكثر مقاومة للإشعاع بواسطة ١٢ دورة لو.$_{١٠}$ $12\ log_{10}$ cycles. وقيم د D تتأثر بأى معاملة مبدئية للجراثيم وبوجود الأكسجين وبدرجة حرارة التشعيع وبيئات التشعيع والإستعادة recovery. وعموماً فإن الجراثيم حساسة أكثر فى وجود الأكسجين أو المواد الحافظة وعلى درجات حرارة أعلا من ٢٠°م.

تحديد *C. botulinum* وزعافاتها فى الأغذية

ليس من الضرورى عزل *C. botulinum* فى مزرعة نقية من الأغذية لبيان وجودها وعادة العينة تلقح فى وسط تقنية غير إنتقائى فإذا وجد الزعاف العصبى neurotoxin فى المزرعة بعد التلقيح فإن الكائن المنتج للزعاف يكون موجوداً أصلاً، غالباً.

والزعافات العصبية بوتشيلينوم botulinum تعرف بنشاطها المميت فى الفئران mice ومعادلة الأمصال المضادة المتخصصة. وأهم إختبار هو الإختبار الحيوى للفأر mouse. والعينة أو مستخلص محضر بتجنيسها فى منظم حمضى خفيف يروق بالطرد المركزى ويعقم بالترشيح وقد يحتاج الأمر إلى المعاملة بالتربسين لتنشيط مستويات منخفضة من الزعاف من السلالات غير البروتيولوتية. والعينة المحضرة تحقن داخل البريتونيوم peritoneum الصفاق intraperotoneally فى الفئران mice مع أو بدون معادلة مضاد الزعاف. وعلامات البوتشيوليزم هى فروة متغضنة ruffled fur ووسط ذاوى pinched waist وتنفس بإجهاد وخذل (شلل) الأطراف وشلل عام قبل الموت.

والنتائج الحاسمة يحصل عليها إذا ماتت الفئران المحقونة بالعينة غير المعاملة خلال ٧٢ ساعة بينما الفئران المعاملة بالعينة المعادلة تبقى حية.
ووسط تغنية عام لتحديد C. botulinum الحية هو وسط لحم مطبوخ (و.ل.ط CMM)، و.ل.ط جلوكوز CMM glucose ووسط نشا جلوكوز لحم مقطع (ن.ج.ل.ق CMGS) ومستخلص تربسين بنتون-جلوكوز-خميرة (خ.ت.ب.ج.خ TPGY) ويمكن إضافة التربسين إلى كل منها (ت.خ.ت.ب.ج.خ TPGY). والتربسين ضروري لتنشيط الزعاف المنتج بواسطة كائنات مجموعة "٢" وقد يثبط بعض المثبطات المحتملة للكائن مثل بوتيسينات boticins في المزارع المختلطة. وبينما يمكن حقن الأغذية مباشرة فإن رواسب العينات المطرودة مركزياً تفضل لأنه يزال منها مثبطات النمو المحتملة. وعلى الأقل يتم تلقيح أنبوبتين وتسخن واحدة على ٧٥ - ٨٠°م أو ٦٠°م متوقفاً على إذا كان النوع المشكوك فيه ينتمي إلى مجموعة "١" أو "٢" لإختيار الجراثيم. أو أن جراثيم من مجموعة"٢" قد تختار بحفظ عينات في ٥٠٪ كحول لمدة ساعة قبل التلقيح. والأنبوبة الأخرى تحضن بدون تسخين للسماح لخلايا الكائن الخضرية بالنمو في حالة عدم وجود جراثيم أو وجود قليل منها. وإضافة الليزوزيم lysozyme للوسط قد يزيد من إستعادة الجراثيم المتضررة بالحرارة. و C. botulinum يُعْرَفْ بعد تحضين وسط التغنية بتحليل الزعاف في السائل الطافي supernatant fluid كما هو موضح أعلاه.

بوتشيوليزم botulism

بوتشيوليزم الإنسان يقسم إلى أربع فئات: بوتشيوليزم يحمله الغذاء food born botulism وهو أكثر الأنواع عموماً في العالم ويحدث من تناول غذاء ملوث بزعاف عصبي بوتشيليني سابق التكون عادة من نوع أ A أو ب B أو هـ E. وبوتشيوليزم الجروح wound botulism نادر جداً ويرجع إلى العدوى من جرح بجراثيم C. botulinum والتي تنمو وتنتج زعافاً في المكان in situ. وبوتشيوليزم الأطفال infant botulism عرف أولاً ١٩٧٦م وهو الآن أكثر الأنواع إنتشاراً في الولايات المتحدة ويتسبب عن تناول جراثيم حية viable والتي تكون مستعمرات في الأطفال تحت سن ١ سنة وتنتج زعافاً محلياً. والبيئة يظهر أنها أكثر مصادر الجراثيم عموماً والعسل هو الغذاء الوحيد الذي يرتبط ببوتشيوليزم الأطفال. والنوع الرابع غير محدد ويشمل حالات من غير مصدر معروف وحالات في البالغين تشبه بوتشيوليزم الأطفال.

الوبائية epidemology

نشوب التسمم البوتشيليني حدث معظمه في النصف الشمالي من الكرة الأرضية فيما عدا الأرجنتين وفي المناطق الأكثر برودة في كندا والاسكا وجرينلاند وأسكاندنافيا وأجزاء من روسيا وإيران وشمال اليابان ونوع هـ E يسبب معظم النشوب وهو النوع البيئي الغالب وعادة السمك أو الثدييات البحرية هي السبب. وفي بعض أجزاء من أوروبا نوع ب B يسبب معظم النشوب.

واللحوم خاصة الهام المدخن والمعالج منزلياً هي السبب. وفي غرب الولايات المتحدة والأرجنتين والصين النوع أ A يسبب معظم النشوب والخضر هي السبب.

• النواحي العلاجية/المرضية clinical aspects

الأعراض symptoms

المرض يتراوح مابين مرض خفيف يمكن أن يمر أو يشخص خطأ إلى مرض خطير قد يودي بالحياه خلال ٢٤ ساعة. وإبتداء الأعراض يبدأ ١٢-٣٦ ساعة بعد تناول الزعاف، مع مدى من ساعات قليلة إلى ١٤ يوماً. وعموماً كلما بكرت الأعراض كلما كان المرض أكثر خطورة. وأول الأعراض عموماً دوخة وقيىء وأساساً تظهر أعراض عصبية بما فيها تأثير على النظر (تشويش أو رؤية مزدوجة وإسترخاء جفن العين الأعلى وتثبيت إنسان العين أو تمددها) وفقد وظائف الفم والزور العادية (صعوبة في الكلام والبلع وفم جاف وكذلك زور ولسان وألم في الزور) وتعب عام وفقد في تنسيق العضلات وضعف التنفس والأعراض المعدية المعوية الأخرى تشمل ألم في البطن وإسهال وإمساك. والإسهال يحدث مكرراً نسبياً بينما الإمساك يستمر في الأطوار المتقدمة. والدوخة والقيء تظهر أكثر في حالات مرتبطة بنوعي ب B، هـ E عنها بنوع أ A. بينما عسر الإزدراد وضعف العضلات أكثر إنتشاراً في نشوب أنواع أ A، ب B عنها في نوع هـ E. وجفاف الفم واللسان والزور أكثر إنتشاراً في نوع ب B. وفشل التنفس وإنسداد مجرى الهواء هي الأسباب الرئيسية للموت. وكانت حالات الموت ٥٠٪ ولكن بوجود مضاد المصل ونظم التنفس الحديثة نزلت إلى حوالي ١٠٪.

العلاج treatment

أصلاً العلاج يوجد لإزالة أو تثبيط الزعاف بواسطة: ١- معادلة الزعاف الدائر بواسطة مضاد المصل. ٢- والحقنة الشرجية وإفراغ الأمعاء لإزالة الزعاف المتبقي من الأمعاء. ٣- وفي غياب القيء غسيل المعدة أو العلاج بالمقيئات. والعلاج بمضاد المصل كفء جداً في المراحل المبكرة ويتبع ذلك علاج الشلل وعضلات التنفس بالتهوية الصناعية.

التشخيص diagnosis

أصل التشخيص للبوتشيوليزم المحمول بالغذاء مؤسس على علامات وأعراض المريض وربما أيضاً تاريخ الغذاء ويجب إثباته بتحديد الزعاف أو *C. botulinum* حتى في الغذاء المشكوك فيه أو العينة أو بالربط مع عينات وبائية مثبوتة معملياً. وعينات من السيرم والبراز وسائل الحقنة الشرجية ومحتويات المعدة وفحص قطاعات من الأمعاء الصغيرة والكبيرة ومن الكبد مناسبة لتحديد الزعاف. وفيما عدا السيرم فإن هذه العينات مناسبة أيضاً لتحديد *C. botulinum* الحي. وبجانب معادلة أي عينات حمضية قليل جداً من المعالجة مطلوب. وأحياناً مستخلصات من البراز لايمكن تعقيمها بالترشيح وفي هذه الحالة يضاف تتراسيكلين إلى ٢٠٠ جزء في المليون لضبط العدوى.

المنع prevention

في معظم الحالات، المحافظة على أغذية عالية الرطوبة يوجه لضبط *C. botulinum*، والذى عادة يشمل تثبيط أكثر من هدم. وهذا الضبط عادة يضمن ضبط ممرضات أخرى محمولة بالغذاء وكثير من الكائنات الحية الدقيقة المفسدة.

وضبط *C. botulinum* يتم بواحد مما يأتى:

١- الأغذية المعلبة منخفضة الحموضة الثابتة على الرف تحفظ بعملية حرارية كاملة.

٢- اللحوم المعالجة والمعلبة الثابتة على الرف تحفظ بإرتباط من عملية حرارية وإضافة ملح ونتريت.

٣- الأغذية الحمضية المعلبة تحفظ بالبسترة الحرارية والحموضة.

٤- المنتجات مثل السجق المتخمر الجاف تحفظ بخفض نشاط الماء نم a_w ورقم جهـ وإضافة نتريت.

٥- اللحوم المطبوخة أو الطازجة أو السمك أو الأسماك الصدفية تحفظ بالتبريد فقط.

٦- كثير من منتجات اللحوم والأسماك تحفظ بإرتباط بين الملح المضاف والنتريت.

٧- عدد من منتجات اللحوم تحفظ بإرتباط بين الملح المضاف والنتريت والتبريد.

٨- السمك المدخن المعبأ تحت فراغ يحفظ بإرتباط من عملية حرارية وملح مضاف والتدخين والتبريد.

٩- قليل من المنتجات المعرضة للتلف كالجبن المعامل والكافيار والسمك المخلل واللحوم المحمضة تحفظ بخفض نم a_w و جهـ والتبريد.

الزعاف العصبى neurotoxin

كما ذكر سابقاً هناك سبعة زعافات عصبية مختلفة معملياً تنتجها السلالات المختلفة للـ *C. botulinum*. وعادة ذكر النوع هو ذكر لنوع الزعاف الذى ينتجه وسلالات من تحت أنواع أب AB، أو AF، ب أ BA، ب و BF نادرة وتنتج بجانب نوع الزعاف الأول كميات أقل من الزعاف من النوع الثانى. ونوع سلالات ج C، د D كثيراً ماتنتج كميات صغيرة من زعافات د D، ج C بالتتابع. وقد تنتج ج٢ G_2 أيضاً وهو يختلف عن الزعاف العصبى.

التركيب structure

الزعافات العصبية كلها بروتينات متشابهة ولها أوزان جزيئية حوالى ١٥٠ كيلو دالتون تقريباً. وهى تخلق كبروتين وحيد السلسلة ذى سمية منخفضة وتنشط "بحز" عدد من البروتيوزات بما فيها بروتيوزات من مجموعة "١" *C. botulinum* إلى جزىء مزدوج السلسلة والذى يحتفظ بها مع بعضها بواسطة رابطة ثنائى الكبريتيد disulphide bond، ومكونا الزعاف المحزوز: أحدهما سلسلة خفيفة والثانى سلسلة ثقيلة لهما وزنان جزيئيان حوالى ٥٠، ١٠٠ كيلو دالتون بالتتابع. وكل منهما على حدة غير سام ولكن السمية ترجع بعد إعادة تثبيت الرابطة ثنائية الكبريتيد.

والزعافات توجد كمعقدات لها أربعة أحجام جزيئية ٧ص 7S، ١٢ص 12S، ١٦ص 16S، ١٩ص 19S تعرف بـ ص S (صغير small)، و M (متوسط medium)، ك L (كبير large)، ك.ك LL (كبير

زيادة extra large) بالتتابع. وتتراوح الأوزان الجزيئية من ١٥٠ إلى ٩٠٠ كيلو دالتون. والشكل و M هو أكثر الأشكال الطبيعية عادة التي توجد في الأغذية والمزارع بجانب الشكل ك L وهي معقد من شكل ص S مع مكون غير سام atoxic. وفي الشكل ك L ملززات الدم haemogglutinin هي أيضاً جزء من المعقد والشكل ك.ك LL يعرف فقط للنوع أ A وهو أول أنواع الزعاف البوتشيليني ينقى ويبلمر ولم يوجد في المزارع وربما كان تجمعاً صناعياً. والشكلان و M و ك L يرمز إليهما بأنهما زعافات سلف progenitor وهي تتحلل تحت ظروف قلوية خفيفة إلى زعاف ص S أو مشتق والذي هو برونين وحيد السلسلة.

طريقة العمل mode of action

الزعافات العصبية تسبب شللاً يوقف إطلاق الناقل عند الإلتحام العضلي العصبي blocking transmitter release at neuromascular junctions. والأنظمة المنشطة بالكولين cholinergic تتأثر أكثر من غيرها ولكن الأنظمة أدرينالية الفعل adrenergic systems قد تتأثر أيضاً بتركيزات عالية من الزعاف. والشلل يحدث غالباً بعملية ذات ثلاث خطوات: أولاً الزعاف يرتبط بمستقبل متخصص على الغشاء قبل المشتك presynaptic وهذه الطريقة توسط بواسطة النهاية الكربوكسية للسلسلة الثقيلة، وثانياً الزعاف أو جزء منه يدخل في خلية العصب بواسطة إلتقام خلوى أصلاً موسط بمستقبل، ثم يتبعه نفاذية للغشاء متوقفة على رقم جهد. والنهاية الأمينية للسلسلة الثقيلة يعتقد أنها تكون قنوات في الغشاء تسمح للسلسلة ك L بالدخول. وبعد هذه الخطوة الزعاف لايمكن معادلته. وأخيراً الجزء الذى دخل من الزعاف يعمل لمنع إطلاق الأسيتيلكولين وهذه هي الخطوة السامة وهي غالباً إنزيمية.

التثبيط inactivation

أهم طرق تثبيط زعافات البوتشيلينوم هي الحرارة ومنحنياتها ذات طورين: أولاً إنحدار عميق ثم تستوى مع الوقت. والأغذية خاصية العالية في البروتين أو المكونات الغروية أو ذات القوة الأيونية لها تأثير حافظ. والزعاف أثبت مايكون على مابين جهد ٤-٥. والتثبيط الحرارى الآمن للزعاف عند تركيزات حتى ١٠° ج.م. LD_{50} لكل حرام وإرتباطات بين وقت ودرجة الحرارة من ٢٠ق على ٧٩°م أو ٥ق على ٨٥°م تعتبر كافية. وطرق أخرى لتثبيط الزعاف تشمل المعاملة بالكلور أو الأوزون. (Macrae)

كمأة الماء

water caltrop / water chestnut / trapa nut

الإسم العلمي *Trapa natans* L

الفصيلة/العائلة: أخدرية

Onagraceae (willow herb)
Trapaceae

بعض أوصاف

عشب حولى مائى ينمو في البرك والمستنقعات وجذوره في التربة الطينية وأوراقه العالية تطفو على سطح الماء وساقه الرفيع يختلف في الطول ويحمل أوراقاً ريشيه مغموره عند العنق والأوراق

معينية النصل مشرشرة قليلاً على الهوامش العليا تتجمع على شكل وردة فى قمة الساق وهى خضراء غامقة ولامعة السطح الأعلا وقليلة الشعر وملونة غالباً بلون بنى أرجوانى من أسفل وسويقة الورقة منتفخة فى الوسط وتحتوى نسيجاً هوائياً إسفنجياً يساعد النصل على العوم. والأزهار تحمل عند إبط الأوراق العائمة ولها كأس مقسم إلى أربعة أقسام وأربع بتلات بيضاء وأربعة أقلام وحدقة واحدة. والثمار شكلها شكل النُقل ٤ – ٥سم فى العرض بنية أرجوانية مع إثنين من الأشواك مثل القرون كل منها ١سم فى الطول وعلى كل جانب.

والنُقل ماكلة وتؤكل مغلية أو محمصة وقد تطحن بعد تجفيفها إلى دقيق نشوى لتحضير عصيدة أو ليكير. وقد يؤكل النقل الصغير خاصة مع إزالة الجلد المخضر. وهى قد تستخدم كقابض ومانع للحمى. وبها ١٦٪ نشا، ٣٪ بروتين.

الأسماء: بالفرنسية corniolle/chataigne d'eau /macre/saligot، وبالألمانية Wassenars، وبالإيطالية frutto della castagno d'acquo. (Stobart)

كمأة الماء الصينية

Chinese water chestnut

الإسم العلمى *Eleocharis dulcis Trinius* cv. *tuberosa* (Roxb.)

الفصيلة/العائلة: السعدية Cyperaceae (sedge)

بعض أوصاف

ينتشر من مدغشقر إلى جنوب اليابان.

ينمو كبديل للأرز ويكون عنقوداً من أسواق أنبوبية رقيقة حوالى ٦٠ – ٩٠سم فى الإرتفاع ومجوفة من الداخل ومقسمة عرضياً. والأزهار تحمل فى سنابل عند قمة بعض السيقان وهذه السنابل تحمل قشوراً بنية صفراء متراكبة. وقاعدة النبات ترسل سيقاناً جارية رفيعة طويلة تحت الأرض وتكون ورقة عند القمة. والدرنات كروية مضغوطة ٢–٥سم فى القطر و ١,٥ – ٣ سم فى الإرتفاع وتغطى بقشور رفيعة بنية أرجوانية إلى بنية سوداء. ولاتنتج بذوراً.

والدرنة هى الجزء الماكلة (جدول ١). وهى تؤكل مغلية كما يستخلص منها نشا جيد. كما تخلط مع اللحم بعد تقطيعها صغيراً وتؤكل فى الكفتة. والدرنات الغنية فى النشا قَصِفة وحلاوتها قليلة وتصنع للسلطة كما أنها تعلب وتصدر.

جدول (١) التكوين الكيماوى لكمأة الماء الصينية (مع إزالة الجلد).

	بيانات أمريكية	بيانات صينية
المكونات الرئيسية (٪)		
الماء	٧٨,٣	٨٦,٠
بروتين	١,٤	١,٢
دهن	٠,٢	٠,١
كربوايدرات	١٩,٠	١١,٥
الياف	٠,٨	٠,١
رماد	١,١	١,١
معادن (مجم/١٠٠ جم)		
كالسيوم	٤,٠	١,٠
فسفور	٦٥,٠	٦٤,٠
حديد	٠,٦	٠,٩
فيتامين ج (مجم/١٠٠ جم)	٤,٠	٧,٠

والدرنات ذات الجلد الأحمر وهى عادة كبيرة وطرية تستخدم كخضر والدرنات ذات الجلد الأسود وهى عادة صغيرة ولها لب أصلب ومغطاه بجلد أسود بنى تستخدم كمصدر للنشا الجيد (يسمى مسحوق ماتى Ma-ti) وهو يستخدم فى الطبيخ وكمسحوق للمعدة فى الطب الصينى.

كمثرى/أجاص pear

أنظر: أجاص

كمكوات kumquats

الإسم العلمى *Fortunella* spp.

الفصيلة/العائلة: السذابية Rutaceae (rue)

الكمكوات أصغر أحجام الموالح ويعرف منها:

الناجامى nagami أو الكمكوات البيضى
F. margarita (Lour.) Swing

ماروميى marumi الكمكوات المستدير
(*F. japonica* [Thumb.] Swing)

مايوا meiwa الكمكوات المستدير الكبير
(*F. crassifolia* Swing)

بعض أوصاف

أشجار صغيرة دائمة الخضرة وتختلف عن البرتقال فى أن لها مبايض بها ستة أو أقل من الخلايا كل منها لها بويضات ovules وميسم stigma جوفاء كما أن الثمار صغيرة ولاتزيد عادة عن ١ بوصة فى القطر. وقد يكون لها أشواك فى إبط الأوراق أو لاتوجد. والأوراق ثخينة غير مقسمة وغير مفصصة وغير مسننة ومبقعة بغدد على السطح السفلى ولها سويقات عادة ذات أجنحة ضيقة. والأزهار لها خمس وأحياناً ثلاث أو أربع أو ست سبلات وبتلات بيضاء والأسدية stamens فى حزم ولها قلم style قصير.

أما الثمار فعطرية وهى عنبيات ومستديرة إلى إهليلجية وتشبه البرتقال الصغير.

والنوع الناجامى عديم الأشواك أو يكاد، ١٠ - ١٢ قدم فى الطول. أما النوع المارومى فهو عشب كثيف صغير به أشواك أو لاتوجد وأوراق أعرض وثماره برتقالية مستديرة. والنوع المايوا له أوراق ثخينة مع سويقات لها أجنحة ضيقة والثمار مستديرة إهليلجية ellipsoid وحوالى ١,٥ بوصة فى القطر.

وهو يؤكل طازجاً كما هو وإن كان حامضياً (يؤكل مع عسل) أو يعمل مقنداً أو فى براندى ومربى وجيلى. ومرملاد الكمكوات مرغوب.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم بها ٨١,٣ جم ماء وتعطى ٦٥,٠ سعراً وبها ٠,٩ جم بروتين ، ٠,١ جم دهن ، ١٧,١ جم كربوايدرات، ٣,٧ جم ألياف ، ٦٣,٠ مجم كالسيوم، ٢٣,٠ مجم فوسفور ، ٧,٠ مجم صوديوم، ٢٣٦,٠ مجم بوتاسيوم ، ٠,٤٠ مجم حديد ، ٦٠٠ وحدة دولية فيتامين أ ، ٣٠,٠ مجم فيتامين ج ، ٠,٠٨ مجم ثيامين ، ٠,١٠ مجم ريبوفلافين.

كما يحتوى على الفلافونويدات الحيوية والقشر يحتوى السيترال وهو الدهايد مضاد لفيتامين أ.
(Macrae , Everett)

كَمَن

كمون cum(m)in

الإسم العلمى *Cuminum cyminum* L.

الفصيلة/العائلة: خيمية (Apiaceae) Umbelliferae

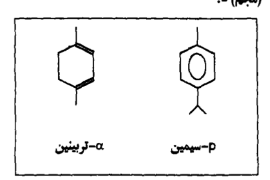
بعض أوصاف

ساق الكمون رفيع ومتفرع ٣٠ - ٦٠ سم في الإرتفاع والأوراق الخضراء الغامقة مقسمة إلى أقسام طويلة ضيقة والأزهار صغيرة وردية أو بيضاء في خيمات ذات سويقات مع ٤-٦ إشعاعات كل منها حوالي ٨ مم في الطول. والبذور مستطيلة ثخينة في المنتصف حوالي ٥ مم في الطول وتشبه بذور الكاراويا ولكن أفتح في اللون خشنة أكثر منها ناعمة وتكاد تكون مستقيمة مع ٩ أضلع تُظهر ٩ قنوات زيتية. والنباتات تذرى عندما تكون الثمار ناضجة والبذور جافة. ولها رائحة قوية والنكهة دافئة ومرة قليلاً.

وتتكون البذور من ٢-٤٪ زيت طيار يتكون من ٤٠ - ٦٥٪ كيومينالدهايد cuminaldehyde وسيمول أوسيمين وسيمينول والبينين والـ α- تربينين والزيت الراتنجي بني-أصفر يحتوي على ٦٠ مل زيت طيار في كل ١٠٠ جم. وكل ٥ كجم تقريباً من الراتنج الزيتي تكافيء ١٠٠ كجم من كمون مطحون حديثاً في النكهة.

ويستخدم في اللحوم والدواجن والخضر والجبن والسوركراوت والخبز والليكير ومنتجات الخبيز. وهو منشط ويعمل ضد التقلصات ومهديء ومعالج للقولون وله بعض خواص مضادات الأكسدة ولكنه ليس كبقية التوابل في مقاومة التزنخ.

التكوين الكيماوي: في كل ١٠٠ جم جزء ماكلة يوجد في البذور: ماء (جم) ٨,١ ، بروتين (جم) ١٧,٨ ، دهن (جم) ٢٢,٣ ، كربوايدرات (جم) ٤٤,٢ ، الرماد (جم) ٧,٦ ، الألياف (جم) ١٠,٥ ، الكالسيوم (مجم) ٩٣١ ، الحديد (مجم) ٦٦ ، المغنيسيوم (مجم) ٣٦٦ ، الفسفور (مجم) ٤٩٩ ، البوتاسيوم (مجم) ١٧٨٨ ، الصوديوم (مجم) ١٦٨ ، الخارصين (مجم) ٥.



الأسمـاء: بالفرنسية cumin، وبالألمانية Krewzkiimmel، وبالإيطالية cumino، وبالأسبانية comino. (Stobart)

الكمون الأسود

fennel flower / love-in-a mist / black cumin / devil-in-a-bush

الإسم العلمي *Nigella indico* L.

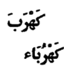
الفصيلة/العائلة: الشقيقية

Ranunculaceae (butter cup)

بعض أوصاف

البذور مثلثة الزوايا سوداء متجعدة درنية وتجمع عادة من النباتات البرية وهي مستقيمة الأوراق المتبادلة وكثيراً ماتقسم إلى أقسام مثل الخيمة. والأزهار زرقاء أو أرجوانية أو مصفرة أو بيضاء توجد في نهاية الفروع. والثمار كبسولات منتفخة وتخرج منها البذور من ثغور في القمة.

(Everett, Macrae)



حفظ الأغذية السائلة بطرق غير حرارية بإستخدام حقول الكهرباء المتذبذبة/النابضة
Nonthermal Preservation of Liquid Foods Using Pulsed Electric Fields

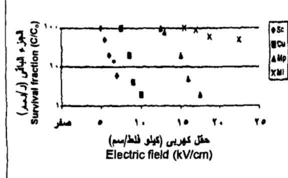
أولا: منذ ١٩٦٧ أستخدمت حقول الكهرباء العالية فـي التأثير علـى الكائنـات الدقيقـة. وهـذا التأثيـر المميـت غـير الحـرارى لحقـول الكـهرباء المتجانسة أستخدم ضد بكتريـا مثـل: *E. coli* و *Staphylococcus aureus* و *Micrococcus lysodeikticus* و *Sarcina lutea* و *Clostridium welchii* و *Bacillus megaterium* و *B. cereus* و *B. subtilis* وخمائر مثل: *Saccharomyces cerevisiae* و *Candida utilis*. وعموماً وجدوا أن زيادة شدة الحقل الكـهربى وعـدد الذبذبـات زاد مـن تثبيـط الكائنات الدقيقة (الصورة ١ والجدول ١). والعوامل الأخرى التى تؤثر على تثبيـط الكائنـات الدقيقـة بواسطة حقول الكهرباء المتبقية هى: درجـة حـرارة المعاملـة و جهد والقـوة الأيونيـة وتوصيليـة الوسـط المحتوى على الكائنات الدقيقة.

والتمزيق العكسى أو غير العكسى (أو تكوين الثغور كهربياً electroporation) لغشاء خلية يتوقف علـى عوامل مثل شدة الحقـل الكـهربى وعـدد الذبذبـات ومدة الذبذبات. وأغشية بلازما الخلايا تصبح مُنفِذَة للجزيئات الصغيرة بعد التعرض لحقل كهربى، وهذه النفاذية تسبب الإنتفاخ والتمـزق بعـد ذلـك لغشـاء الخلية (الصورة ٢).

وفـى سـبتمبر ١٩٦٦ أبـــدت هيئـــة الأغذيـــة والأدوية الأمريكيـــة U.S Food and Drug Administration عدم إعتراضـها no objection لإستخدام حقول الكهرباء المتذبذبة لمعاملة البيض السائل.

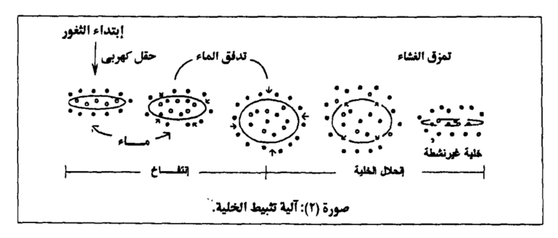
جدول (١): نشاط *Staphylococcus aureus* بعد المعاملة بحقل كهربى متذبذب.

الحقل الكهربى electric field (كيلوفولت/سم)	المتبقون survivors (٪)	البدينات غير المتحللة protoplasts not lysed (٪)
٠,٠٠	١٠٠	١٠٠
٩,٢٥	١٠٠	١٠٠
١٤,٢٥	٣٥	٤٣
١٩,٥٠	٠,٩	١٦
٢٤,٠٠	٠,٣	٣
٢٧,٥٠	٠,٦	٢



صورة (١): علاقة بين الجزء المتبقى وقوة الحقل الكهربى (نبضات ١٠–٢٠ ميكرو ثانية).

Sc *Saccharomyces cerevisiae*;
Cu: *Candida utilis*;
Mp: *Motile pseudomonad*;
Ml *Micrococcus lysodeikticus*



صورة (٢): آلية تثبيط الخلية.

ثانياً: النواحى الهندسية لحقول الكهرباء المتذبذبة engineering aspects of pulsed electric fields

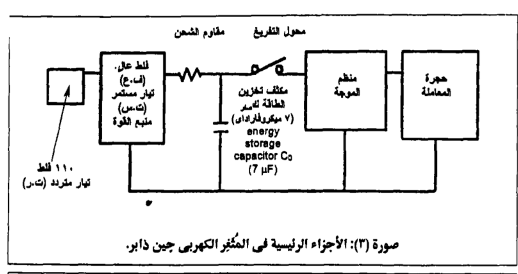
مفهوم القوة المتذبذبة بسيط: الطاقة الكهربية على مستويات قـوة منخفضـة تُجَمَّـع علـى مـدة ممتـدة وتخزن فى مكثف capacitor. وهذه الطاقة يمكن أن تفرغ discharge، يكاد يكون تلقائياً بمستويات عاليـة جـداً مـن القـوة. وتوليـد حقـول الكـهرباء المتذبذبـة يتطلـب نبيطتـين devices كبـيرتين: إمـداد قـوة متذبذبـة وغرفـة معاملـة والتـى تحـول الفولت المتذبذب إلى حقول كهربية متذبذبة.

أ) وحدة أعلا-المنضدة bench-top unit

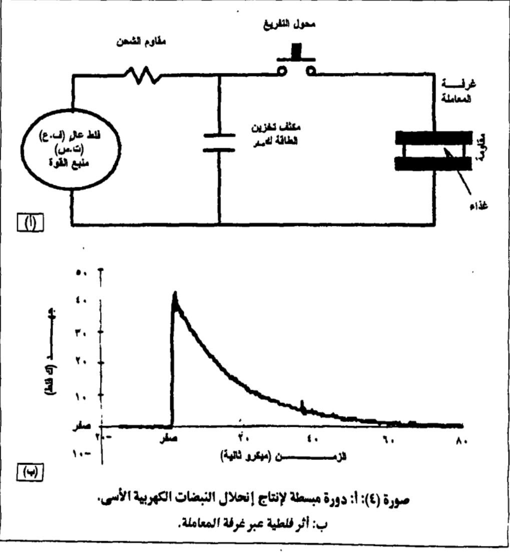
مُثَغِـر كهربـــى electroporator - جـين ذابـر GeneZapper - يمكـن إستخدامه كـزاد لقـوة متذبذبة أعلا-المنضدة وهى توفر ذبذبات أقصى مايمكن ٢,٥ كيلو فولت. والجهاز يتكون مـن مُكَثِـف (٧ ميكروف 7 µF) ومحول للشحـــن charge والتفريـغ discharge ومنظـم للموجـات الـذى يمكن وصله للمُثَغِر الكهربى لتحسين نمط التفريغ. وقد تستعمل مراكن curettes (مفرد: مِرْكَن) ولها فرجة قطب ١ ,٠ سم وحجم ١٠٠ ميكرولتر لمعاملات الحقل الكـهربى المتذبـذب (ح.ك.ذ PEF). وهـو يعطى أقصى شدة حقل حوالى ٢٥ كيلـو فلـط/سم. ومراقبات monitors للفولـت والتيار يجـب إيصالها للجين ذبر (المُثَغِر الكهربى) لقياس معاملات الحقل الكهربى المتذبذبة (الصورة ٣). هـذه الوحـدة توفـر طريقة جيدة لتحديد مركبات التثبيط لكائنات دقيقة منتقاة.

ب) مذبذب المعمل lab scale pulser

إنحلال الذبذبات الكهربية الأسِّى يمكـن أن يولد بتفريغ مُكَثِف فـى غرفـة تحتـوى الغـذاء (الصـور ٤-٦). والتصميمـات الموجـودة حالياً لإمدادات القـوة power supplies يمكنـها أن توفـر حتـى ٤٠ كيلـو فولت. والمُكَثِفَات ذات ٥ ميكروفارادات تُسْـتَخْدَم لتخزين الطاقـة الكهربيـة التـى تُفَـرَّغ عـبر أقطـاب معدنية، فَتَخْلِـق الحقل الكهربى المُسْتَخْدَم لتثبيط الكائنات الدقيقة والأنزيمات. ويمكـن أن تُستخدم فرجة/ثغرة شرارة إشعال زلبقية كمفتاح كـهربائى للتفريغ. وهذا النوع من الوحدة يمكنـه أن يُسْتَعْمَل لدراسات التثبيط بطريقة مستمرة.

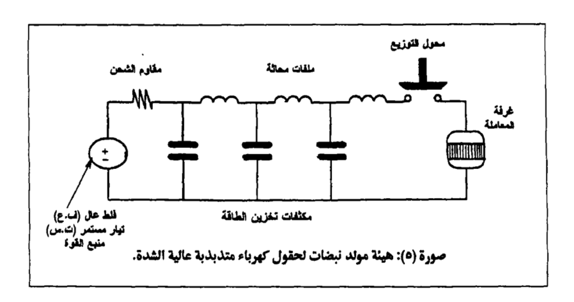


صورة (٣): الأجزاء الرئيسية فى المُثْغِر الكهربى جين ذابر.

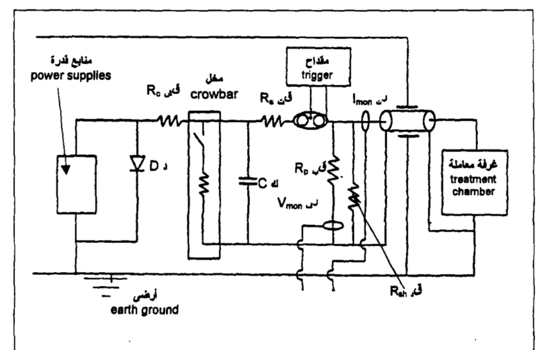


صورة (٤): أ: دورة مبسطة لإنتاج إنحلال النبضات الكهربية الأسى.

ب: أثر فلطية عبر غرفة المعاملة.



صورة (٥): هيئة مولد نبضات لحقول كهرباء متذبذبة عالية الشدة.



صـــــورة (٦): نظام تيار حقل كهرباء متذبذب. مولــد النبضات له ١٦ ك جول/ث 16 kJ/s منبـع قدرة شحن، ٤٠ ك فولت قمة جهد الشحن، ١٠ هرتز Hz معدل تردد النبض. ك C: مُكَثِف تخزين ؛ د D: دايـود حمايــة منبع القــدرة ؛ قش R_c: مقاوم شحـــن ؛ قت R_s: مقاوم متوالٍ ؛ قد R_{sh}: مقاوم دائرة توازٍ ؛ قب R_p: مقـــاوم قياس الجهـــــد ؛ ت I_{mon}: مراقب التيار؛ لـ V_{mon}: مراقب الفلط.

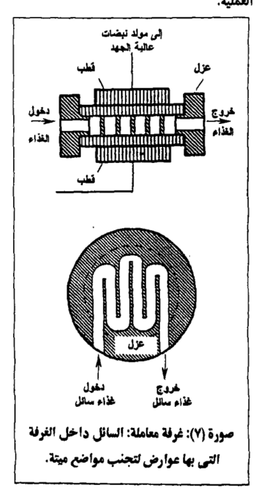
وفولت التذبذبات عبر غرفة المعاملة يمكن أن يراقب/يتابع بواسطة مقاومة مقسم فلطية resistance voltage divider. والتيار الكهربى يمكن مراقبته بواسطة ملف روجوسكى Rogowski متصل بجهاز حَمْل سلبى. ويمكن متابعة كلا الفلطية والشكل الموجى بإستخدام مَرْسَمَة تذبذبات رقمية digital osciloscope.

ج) غرف المعاملة treatment chambers

غرف معاملة حقول الكهرباء المتذبذبة الساكنة تتكون من قطبين مثبتين فى مكانهما بواسطة مواد عازلة، والتى تكون أيضاً حيزاً يحتوى المواد الغذائية. ويمكن الحصول على حقول كهرباء موحدة بواسطة أقطاب ألواح متوازية ذات فجوة أصغر (بكفاية) عن بعد سطح القطب. وأقطاب فى شكل القرص مُدَوَّر الحواف يمكن أن يقلل إلى أقل حد ممكن تعزيز حقل الكهرباء ويقلل من إحتمال إنهيار عازل dielectric breakdown الأغذية السائلة. وغرفة المعاملة (الصورة ٧) يمكن إستخدامها بإستخدام معدلات إنسياب منخفضة وهى تتكون من قطبين وقطعة فاصلة spacer وغطاءين. والقطب من صلب غير قابل للصدأ بينما الفاصلة والغطائين من عديد السلفون polysulfone. ووفرت قناة إنسياب مابين القطبين للحد من الزوايا الميتة dead corners ولضمان معاملة موحدة.

وظروف المعاملة بغرفة الألواح المتوازية المستمرة كانت: حجم الغرفة ٢٠ أو ٨ سم٣؛ وفجوة القطب ٠,٩٥ سم أو ٥١ سم؛ وحقل الكهرباء المتذبذب (ح.ك.ذ PEF) شدة ٣٥ أو ٧٠ ك ف/سم؛ وعرض النبضة/ الذبذبة ٢ - ١٥ ميكروثانية؛ ومعدل النبض/الذبذبة ١ هرتز Hz؛ ومعدل الإنسياب ١٢٠٠ أو ٦٠٠ سم٣/ دقيقة. وتبريد الغرفة يتم بواسطة ماء دائر على درجات حرارة منتقاة خلال ماكينات مبنية فى قطبين صلب غير قابل للصدأ.

ويجب ملاحظة أن غرفة معاملة مقفولة تماماً خطر لأنه عندما يحدث بها شرارة يتولد ضغط عالٍ بسرعة والغرفة قد تنهدم break apart فيجب أن توجد نبيطة لتخفيف ضغط فى غرفة المعاملة لضمان سلامة العملية.



صورة (٧): غرفة معاملة: السائل داخل الغرفة التى بها عوارض لتجنب مواضع ميتة.

وزودت غرفة المعاملة متحدة المحور (الصورة ٨) بحقل توزيع موحد بطول ممر السائل. ويدخل السائل من أسفل والسائل المعامل يخرج من أعلا. والسطح البارز والذى يوجد عند القطب الخارجى المؤرض grounded يُعَزز ويجعل حقل الكهرباء موحداً فى منطقة المعاملة بينما يقلل من شدة الحقل فى مناطق أخرى من ممر السائل. ويدور سائل لضبط درجة الحرارة بين القطب عالى الفولت الداخلى والقطب المؤرض الخارجي. ويمكن أن تختار الفجوة فى القطب متحد المحور أو سماكة الغذاء السائل بطول إتجاه الحقل الكهربى بتغيير قطر القطب الداخلى.

دعامة ألومنيوم متصلة بجسم الغرفة
خروج المنتج
جسم الغرفة
قطب عالى الجهد
منفذ أخذ المنتج
دعامة قطب لدنة
جهد عالٍ

صورة (٨): غرفة معاملة مستمرة فى حقل كهربائى متذبذب (ح.ك.ذ PEF)

د) تصميم عملية الحقل الكهربى المتذبذب
pulsed electric field process design

١- أسس تحليل الخَطَر ونقط المراقبة الحَرِجَة (ح.خ.ن.ر.ح) وتقنية الحقل الكهربائى المتذبذب (ح.ك.ذ)

HACCP principles and PEF technology

عملية الحقل الكهربى المتذبذب (ح.ك.ذ) تظهر فى الصورة (٩). والعمليات المفتاح هى: إستلام المواد الخام، ومعاملة ح.ك.ذ PEF، وعمليات التعبئة مطهراً، وتخزين وتوزيع النواتج النهائية. والتحليل الآتى مبنى على الأسس السبعة لتحليل الخطر ونقط المراقبة الحرجة (ح.خ.ن.ر.ح HACCP).

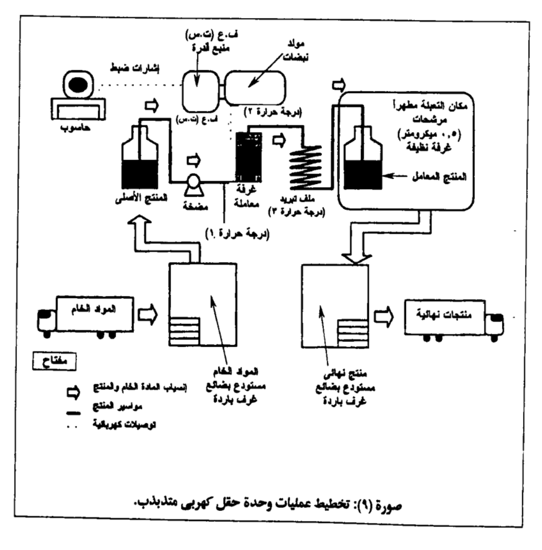
تقدير الخطر hazard assessment

خطر الكائنات الدقيقة هو أهم شأن خلال عملية ح.ك.ذ PEF. فالمواد الخام تحتوى كائنات دقيقة مفسدة وممرضات يمكنها إفساد المكون أو المادة الخام أو ربما كانت ضارة بالمستهلك. وتسهيلات التخزين للمواد الخام قد تزيد خطر تلوث الكائنات الدقيقة من التربة والماء. ونظافة أجهزة المعاملة تلعب دوراً مفتاحاً فى صنع التلوث بالكائنات الدقيقة وعلى ذلك فأجزاء التجميع المتعددة يجب أن تكون دائماً مطهرة. فعمليات تعبئة مطهرة غير مناسبة وظروف تخزين سيئة قد ينتج عنها فساد المنتج.

والأخطار الكيماوية يمكن أن تكون من وجود بقايا مضادات حيوية أو مبيدات على المواد الخام أو تفاعلات كيماوية مُحَثّة كهربياً أو بقايا مطهر-منظف

من أجـهزة المعاملـة والتعبئـة. والأخطـار الفيزيقيـة تشتمل مواداً غريبة فى المواد الخـام (مثل أحجار، مطاط، لدائن، معادن، قشـر بيض) أو أجزاء معدنية من غرفة المعاملة بعـد شـرارة أو أجـزاء لدائـن أو مطاط من حلقات منع التسرب seals.

وتقسـيم الخطـر النـهائى يمكـن تعريفـه فـى ضــوء المنتج (لبن ، عصير تفاح، بيض، شـوربة...الخ). وتم تعريـف سـت خصـائص خطـرة مـن كائنـات دقيقـة بجـانب خصـائص كيماوية وفيزيقية خطرة بواسـطة اللجنة الإستشارية القومية لمقاييس الكائنات الدقيقة للأغذيـــة (ل.س.ق.ك.د) National Advisory Committee on the Microbiological Criteria for Foods (NACMCF) وهــى ستسـتخدم لتقسـيم منتجـات ح.ك.ذ PEF. وعمومـاً فإن التقسيم النـهائى للخطر يُعْتَقَد أنه يقـع مـابين فئـــات الخطــر ٤ ، ٦ كمـا عرفتــها (ل.س.ق.ك.د NACMCF).



صورة (٩): تخطيط عمليات وحدة حقل كهربى متذبذب.

نقط المراقبة الحرجة: التحديد والحدود والطرق والتصرف المصحح

critical control points: determination, limits, procedures and corrective actions

نقط المراقبة الحرجة (ن.ر.ح CCPs) الآتية يجب إختفاؤها لضمان أمان منتجات ح.ك.ذ PEF: قسم الإستلام والتخزين، قسم معاملة ح.ك.ذ PEF، وقسم التعبئة مطهراً.

والعوامل الرئيسية التى تعتبر وتراقب لكل ن.ر.ح CCP هى المناولة وزمن المعاملة ودرجة حرارة المادة ونظافة الأجهزة والأدوات. وظروف المعاملة (شدة الحقل الكهربى، معدل النبضات، دخول الفلطية، دخول التيار، ودرجة حرارة الغرفة) يجب مراقبتها وتسجيلها بصورة مستمرة. ومعاملة موحدة لـ ح.ك.ذ PEF تتطلب تصميم وبناء مولد نبضات يمكن أن يعطى معدلات مولد نبض مختلفة ومعدلات شحن مختلفة وإنضباط فلطية مختلف وإتساع نبض مختلف وكذلك أشكال نبض مختلفة. ومكونات مولد النبض مثل مصدر القوة والضبط الحاسوبى وآلية القدح والأحمال أكثر من المعدل والأحمال الدمية وغرفة المعاملة يجب أن تُوَافِق مواصفات محددة وخصائص مثل أقصى درجة حرارة معاملة وأقصى فلطية/جهد وحصيلة التيار output · current والعِوَل reliability (متوسط الوقت بين العطلات والإنتاج ...الخ). وعِوَل مولد النبضات يمكن قياسه فى ضوء عدد النبضات مع مستوى طاقة صحيح لكل وحدة زمن وأيضاً النبضات الكلية لكل وحدة زمن. ونبالط المراقبة قد تشتمل على مَرْسَمَة تذبذبات للفلطية وقياس التيار وعداد النبضات.

ويجب وجود طرق معاملة قياسية (ط.ع.ق SOPs) لتعريف الإستلام والتخزين وتحضير المادة الخام لضمان مناولة مناسبة ولتقليل خطر التلوث. ووحدات توليد النبضات والتعبئة يجب أن يكون لها طرق لتخصيص تجميع وفك المكن. ومواصفات النظافة مثل نوع وعدد مرات المطهرات والمنظفات/المصححات المستخدمة لمنع التلوث مابين المنتجات. ومعالم معاملة ح.ك.ذ PEF يجب أن تخصص لكل منتج غذائى وذلك بناءاً على خطر الكائنات الدقيقة والعدد الأصلى للكائنات الدقيقة والخصائص الفيزيقية والكيماوية (مثل جـpH والقوة الأيونية والتكوين) وأقصى وقت لتكملة معاملة كل غذاء (الوقت من أول إستلام للمواد الخام إلى نهاية عملية التعبئة). وطرق مبادلة يجب أن تُعَرف التصحيحات المرتبطة بالأنحراف عن مواصفات العملية أو حدود ن.ر.ح CCP. ويجب تطوير طرق ضمان الجودة لقبول أو رفض المنتجات المعاملة بـ ح.ك.ذ PEF مُؤَسَسَة على حدود ن.ر.ح CCP والتصحيحات.

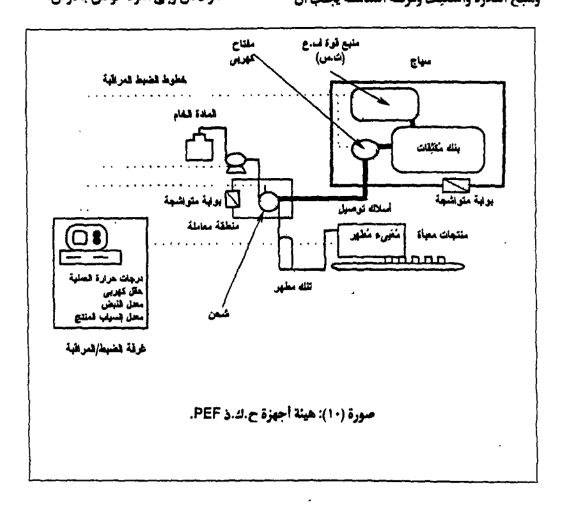
حفظ السجلات record keeping

حفظ السجلات هو مفتاح ليس فقط فى عملية ح.ك.ذ PEF ولكن فى أى عملية إنتاج ناجحة. فحالة المواد الخام وتتأبع التسلسل والتعبئة بجانب طرق التخزين والشحن يجب أن ينعكس فى مستندات الدفعة. وأيضاً فإن تصميم المستندات هام وعملية صعبة لأنها يجب أن توفر مكاناً كافياً للقياسات الحرجة بدون أن تربك القائم بالعمل.

٢- أسس دراسة الخطر والتشغيل (خ.ش) وتقنية ح.ك.ذ

hazard and operability study (HAZOP) principles and PEF technology

إن شدة الفلطية هي الإهتمام الرئيسي للمشتغلين في ح.ك.ذ PEF حيث أنها يمكن أن تصل إلى مدى الكيلو فولت. ويظهر مولد النبضات في الصورة (١٠). ويختار منبع قوة عالي الفلطية لشحن المُكَثِف (في آخر الأمر أكثر من واحد) ومفتاح كهربائي للتفريغ يطلق الطاقة الكهربية المخزونة من المُكَثِف خلال المُنْتَج في شكل حقل كهربي. ومنبع القدرة والمُكَثِف وغرفة المعاملة يجب أن تكون في منطقة الدخول لها محدد restricted access ولها بوابات متواشجة interlocked gates. والبوابات تقفل turnoff مولد النبضات إذا فتحت عندما يكون منبع القدرة عاملاً. ومفاتيح كهرباء للطوارىء يجب أن تكون بحيث يمكن الوصول اليها في حالة العطل. كما يجب توفير قضبان تفريغ لتفريغ العناصر في الدائرة قبل صيانة أو فحص الوحدة. ولمنع تسرب فلطية عالية خلال أي سائل (غذاء أو مُبَرِد) على صلة بغرفة المعاملة فجميع الإتصالات للغرفة يجب عزلها والمواسير الحاملة للمواد من وإلى الغرفة توصل بالأرض.



صورة (١٠): هيئة أجهزة ح.ك.ذ PEF.

ويجب حماية الأبنطة الكهربية والميكانيكية مثل المضخات والحاسوبات ومكن التعبئة بإستخدام وسائل أمان safeguards. ويجب وجود علامات تحذير مناسبة للأخطار (فلطية عالية أو حقل كهربي عالي الشدة) في منطقة المعاملة. والمعلومات المتصلة بطرق العملية والصيانة يجب أن تكون في كتيب طرق معاملة قياسية (ط.ع.ق SOPs). ويجب تعليم وتمرين الأشخاص المتصلين بعملية ح.ك.ذ PEF على هذه الـ ط.ع.ق SOPs.

ويجب أن يخضع إنتقاء المنظفات detergents والمصححات sanitizers لقواعد الهيئات الحكومية. ويجب أن يستخدم الموظفون أنبطة للحماية مثل كمامة وجه face mask ومناظير للوقاية goggles ومآزر وأحذية عالية الساق boots وقفازات أثناء إستخدام محاليل التنظيف. كما يجب تعريف نوع ومتى وأين وكيف يُسْتَخْدَم محلول التنظيف. ومطلوب حفظ سجلات لتجنب تلوث المنتج بمحلول المنظف أو المصحح.

ويجب وجود رسم تخطيطي مع تفاصيل عن أماكن المنافع utilities وأماكن الأجهزة ومخارج الطوارىء. وكل تغيير يجب وجوده في الرسم التخطيطي.

هـ) تقنية ح.ك.ذ المستخدمة الآن

currently used PEF technology

أمكن خفض عدد الكائنات الدقيقة خمس دوائر لوغاريتمية (خفض ٥ د 5 D) من الكائنات الدقيقة الموجودة طبيعياً في عصير البرتقال بعد ٣٥ نبضة كل منها ١٠٠ ميكروثانية ومع شدة فلط ٣٣,٦–٣٥,٧ كيلو فلط/سم على درجة حرارة ٤٢–٦٥°م.

وقد زاد عمر الرف لعصير البرتقال من ثلاثة أيام إلى أسبوع وتغير الرائحة والمذاق كان غير جوهري. وكذلك خفضت *E. coli* (ATCC-١٠٥٣٦) الملقحة في لبن مجنس مبستر بعد تعريضها إلى ٢٣ نبضة كل منها ١٠٠ ميكروثانية على ٢٨,٦ – ٤٢,٨ كيلو فلط/سم وكان مقدار التخفيض ٣ د D. وعندما أجرى إختبار مشابه على لبن به *Salmonella dublin* قبل معاملته بـ ٣٦,٧ كيلوفولت/سم و٤٠ نبضة كل منها ١٠٠ ميكروثانية على ٦٣°م، إختفت الـ *Salmonella* ولم يوجد إلا ٢٠ وحدة بكتيريا مكونة لمستعمرات (و.ك.ع cfu) /مل لبن. وهذه النتائج ربما تقترح أن التثبيط من عملية معاملة ح.ك.ذ PEF هي عملية إنتقائية وأن *S. dublin* تثبط تفضيليا على بكتيريا اللبن.

أما الزبادي الملقح بـ *Streptococcus thermophilus* و *Lactobacillus bulgaricus* و *Saccharomyces cerevisiae* الذي عومل بـ ٢٠ نبضة كل منها ١٠٠ ميكروثانية على ٢٣ – ٣٨ كيلو فلط/سم على ٦٣°م فقد إنخفضت بكتيريا حمض اللاكتيك و *S. cerevisiae* ٢ د. ولكن الجراثيم الداخلية لـ *B. cereus* أو الأبواغ الزِقّية لـ *Bacillus nivea* لم تثبط. وقد تأثر حمض الأسكوربيك ونشاط الليباز جوهرياً. ولم يتغير طعم اللبن أو عصير البرتقال.

ثالثا: تطبيقات ح.ك.ذ في معاملة الأغذية

applications of PEF in food processing

هذه العملية بديل غير حراري للبسترة والتعقيم التقليديين، كما أنها لا تستخدم أي مواد حافظة. كما أن مكونات الأغذية الحساسة للحرارة كالفيتامينات لاتتأثر. وعيبها هو إرتفاع التكاليف الأصلية.

أ) تثبيط الكائنات الدقيقة

inactivation of microorganisms

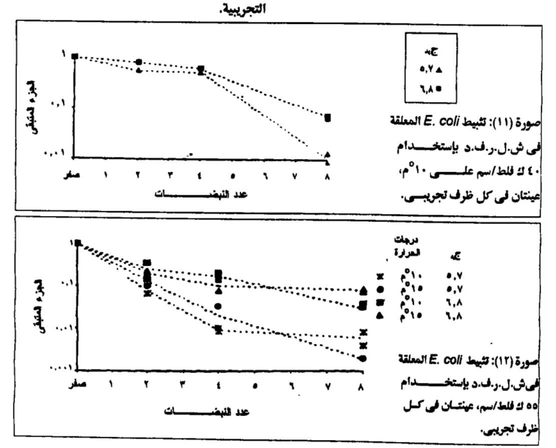
لُقِحَ لبن فرز بـ *E. coli* وعُرِضَ لستين نبضة ذات عرض ٢ ميكروثانية على ٤٥ كيلو فلط/سم وعلى ٣٥°م فإنخفض بمقدار ٢د 2D. بينما البيض السائل الملقح أيضاً بـ *E. coli* ومعامل بحقل الكهربى ٢٥,٨ كيلو فلط/ سم و ١٠٠ نبضة بعرض ٤ ميكروثانية على ٣٧°م خُفِضَ بمقدار ٦ د D. وشوربة البسلة الملقحة بـ *B. subtilis* و *E. coli* عرضت لـ ح.ك.ذ PEF ذى ٢٥ – ٣٣ كيلو فلط/سم (١٠ – ٣٠ نبضة ذات ٢ ميكروثانية) ثُبطَت تثبيطاً محدوداً (< ١,٥ د D) عندما كانت درجة حرارة شوربة البسلة أقل من ٥٣°م، بينما عندما كانت درجة حرارة العملية مابين ٥٣، ٥٥°م كان تثبيط الكائنات الدقيقة بمقدار ٤,٤ د D.

١- مشابه للبن مرشح ترشيحاً فائق الدقة (ش.ل.ر.ف.د)

simulated milk ultrafiltrate (SMUF)

تثبيط *E. coli* إختلف كدالة لشدة الحقل الكهربى وعدد النبضات ورقم جـيد. فشدة حقل منخفضة (٢٠ كيلو فلط/سم) نتج عنها تثبيط غير جوهرى للكائنات الدقيقة ولم يتوقف لاعلى درجة الحرارة أو رقم جـيد (إحتمال >٠,٠٥ P >0.05).

وزاد تثبيط *E. coli* بزيادة عدد النبضات وبزيادة الحقل الكهربى من ٤٠ إلى ٥٥ كيلو فلط/سم. وكان التثبيط أكثر جوهرية على جـيد ٥,٦٩ عنه على جـيد ٦,٨٢ (إحتمال <٠,٠٥ P <0.05). (الصور ١١، ١٢). وكان تأثير درجة الحرارة غير جوهرى إحصائياً. والجدول (٢) يلخص نتائج التثبيط بعد ثمانى نبضات لكل من الظروف التجريبية.



صورة (١١): تثبيط *E. coli* المعلقة فى ش.ل.ر.ف.د بإستخدام ٤٠ ك فلط/سم على ١٠°م، عينتان فى كل ظرف تجريبى.

صورة (١٢): تثبيط *E. coli* المعلقة فى ش.ل.ر.ف.د بإستخدام ٥٥ ك فلط/سم، عينتان فى كل ظرف تجريبى.

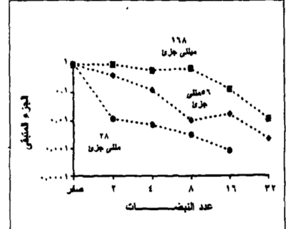
جدول (٢): تأثير معالم المعاملة على تثبيط *E. coli* المعلقة فى ش.ل.ر.ف.د بعد ثمانى نبضات.

الوصف	ج$_{هـ}$	عدد تخفيضات دوائر لو	
		١٠°م	١٥°م
٢٠ كيلوفولت/سم	٥,٧	صفر [أ]	٠,٢٠ [أ]
	٦,٨	صفر [أ]	٠,٠٦ [أ]
٤٠ كيلوفولت/سم	٥,٧	١,٩٥ [ب]	١,٨٥ [ب]
	٦,٨	١,١٦ [ج]	١,٠٠ [ج]
٥٥ كيلوفولت/سم	٥,٧	٢,٢٢ [د]	٢,٥٦ [د]
	٦,٨	١,٤٥ [هـ]	١,١٠ [ج]

بيانات خفض دوائر لو ذات الرمز السفلى الواحد غير مختلفة جوهرياً عند α = ٠,٠٥ ، عينتان لكل ظرف تجريبى.

إن دور ج$_{هـ}$ فى بقاء الكائنات الدقيقة يتعلق بقدرة الكائنات على الإحتفاظ برقم ج$_{هـ}$ بلازما الخلية cytoplasm قرب التعادل. وتزداد نفاذية الغشاء نظراً لتكون ثغور فى جدار الخلية أثناء المعاملة بـ ح.ك.ذ PEF وقد يزداد أيضاً معدل إنتقال أيونات الأيدروجين نظراً لعدم التوازن التناضحى حول الخلية. وعلى ذلك فقد يلاحظ إنخفاض فى ج$_{هـ}$ لأن عدداً أكبر من أيونات الأيدروجين يصبح متاحاً عند ج$_{هـ}$ متعادل. والتغير فى ج$_{هـ}$ داخل الخلية قد يُحِثْ تحويرات كيماوية فى مركبات أساسية مثل د.ا.ر.ن DNA أو أ.ثـ.لا.ف ATP. وكذلك قد تحدث تفاعلات أكسدة وإختزال فى تركيب الخلية مُحَثّة بالمعاملة بـ ح.ك.ذ PEF.

والقوة الأيونية للمحلول تلعب أيضاً دوراً مهماً فى تثبيط *E. coli* فزيادة فى القوة الأيونية تُزيد من حركة الأليكترونات خلال المحلول، مما ينتج عنه إنخفاض فى معدل التثبيط. وإنخفاض معدل التثبيط فى محاليل ذات قوة أيونية عالية يمكن أن يُفَسّر بثبات غشاء الخلية عندما يتعرض إلى وسط به عدة أيونات. ومن الصورة (١٣) يمكن ملاحظة تأثير القوة الأيونية حيث أن إختلافاً قدره ٢,٥ دورة لو تم الحصول عليه مابين محلولين ٠,١٦٨ و ٠,٠٢٨ جزيئى M.



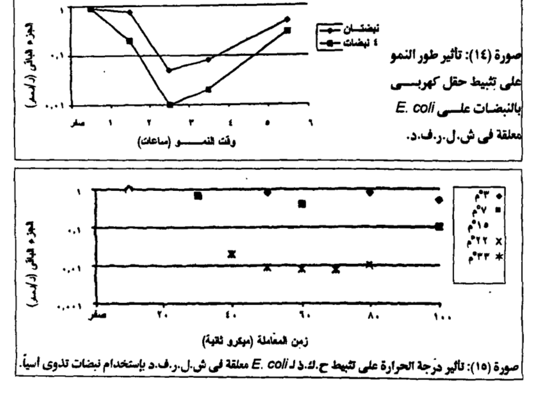
صورة (١٣): تأثير القوة الأيونية على تثبيط *E. coli* المعلقة فى ش.ل.ر.ف.د باستخدام ٤٠ كيلو فلط/سم وعلى ١٠°م، عينتان فى كل ظرف تجريبى.

وطور نمو *E. coli* أثر على فعالية معاملات ح.ك.ذ PEF (٣٦ كيلو فلط/سم على ٧°م، ونبضتان وأربع نبضات). فالخلايا فى الطور اللوغاريتمى كانت حساسة للغاية لمعاملات الحقل الكهربى مقارنة بخلايا فى الطورين الثابت stationary والبطىء lag (الصورة ١٤). والصور (١٥، ١٦).تبين تأثير درجة الحرارة على خفض دورة لو لـ *E. coli* عند إستخدام نبضات تذوى أسياً ونبضات موجة مربعة ٣٥ كيلو فلط/ سم، فمعدل التثبيط يزيد بإرتفاع

درجة الحرارة. وقد أُقتِرَح تأثير تآزري لحقول كهرباء عالية الشدة مع درجات حرارة معتدلة. ومعدل التثبيط زاد عندما تم أستُخدِمت نبضات موجة مربعة square wave pulses مقارنة بنبضات تدوى أسياً exponentially dacaying. وقد تم الحصول على نتائج مماثلة لـ *S. aureus* عندما تعرضت لـ ح.ك.ذ PEF على ٩ و ١٦ كيلو فلط/سم، ولـ *L. delbrueckii* و *B. subtilis* عندما تعرضت لـ ٩ و ١٢ و ١٦ كيلو فلط/سم. والصور (١٧، ١٨، ١٩) تبين تأثير *S. aureus* و *L. delbrueckii* و *B. subtilis* المعلقة في ش.ل.ر.د.ف SMUF.

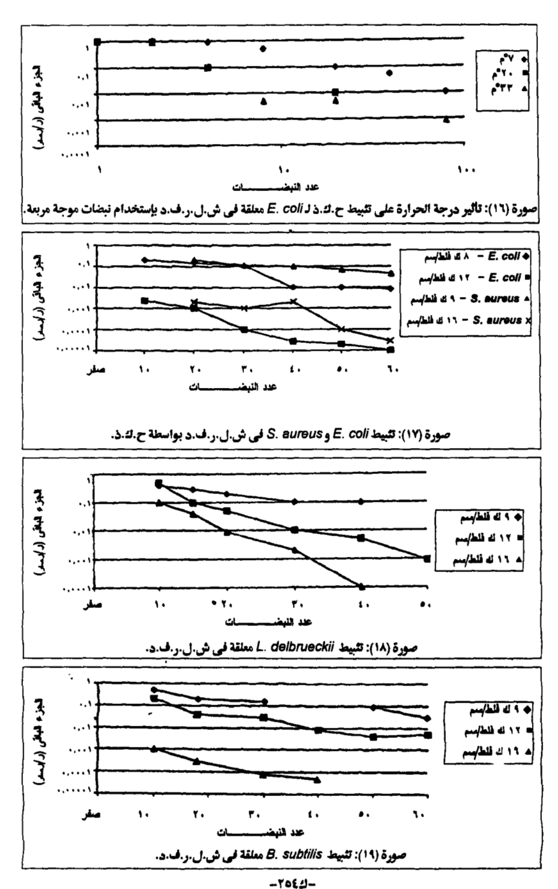
٢- شوربة البسلة pea soup

تثبيط *E. coli* و *B. subtilis* بواسطة ح.ك.ذ PEF معلقة في شوربة بسلة يتوقف على شدة الحقل الكهربى وعدد النبضات ومعدل النبض ومعدل الإنسياب (الجدول ٣). وأقصى درجة حرارة الحجم bulk لقمة الشوربة المتحصل عليه أثناء معاملة ح.ك.ذ PEF كان ٥٥°م وهو دالة لكل من معدل الإنسياب ومعدل النبض. ومعاملات ح.ك.ذ PEF ذات درجة حرارة حجم أقل من ٥٣°م ينتج عنها تثبيط كائنات دقيقة محدود (<١,٦٤ د D). وتَوَقُّفْ تثبيط الكائنات الدقيقة على درجة حرارة العملية يمكن شرحه بتغيرات فى حساسية الكائنات الدقيقة لـ ح.ك.ذ PEF عندما تزداد درجة الحرارة عن ٥٣°م. وقد أمكن تجنب تثبيط الكائنات الدقيقة بتبريد شوربة البسلة إلى ٢٠°م، بينما تطلب تثبيط *E. coli* حرارياً حتى ١٠ دقائق على ٦١°م عندما علقت فى مرق اللحم الرائق bouillon.



صورة (١٤): تأثير طور النمو على تثبيط حقل كهربى بالنبضات على *E. coli* معلقة فى ش.ل.ر.ف.د.

صورة (١٥): تأثير درجة الحرارة على تثبيط ح.ك.ذ لـ *E. coli* معلقة فى ش.ل.ر.ف.د بإستخدام نبضات تدوى أسياً.



صورة (١٦): تأثير درجة الحرارة على تثبيط ح.ك.ذ لـ *E. coli* معلقة في ش.ل.ر.ف.د بإستخدام نبضات موجة مربعة.

صورة (١٧): تثبيط *E. coli* و *S. aureus* في ش.ل.ر.ف.د بواسطة ح.ك.ذ.

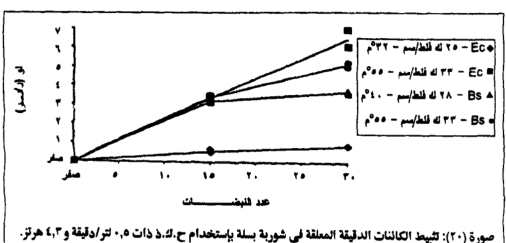
صورة (١٨): تثبيط *L. delbrueckii* معلقة في ش.ل.ر.ف.د.

صورة (١٩): تثبيط *B. subtilis* معلقة في ش.ل.ر.ف.د.

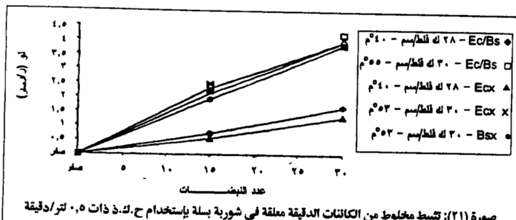
جدول (٣): تثبيط مخلوط *B. subtilis-E. coli* معلق فى شوربة بسلة بإستخدام ح.ك.ذ PEF.

معدل الإنسياب التردد	عدد النبضات	٢٨ كيلوفلط/سم		٣٠ كيلوفلط/سم	
		درجة حرارة العملية (°م)	لو التخفيض (د D)	درجة حرارة العملية (°م)	لو التخفيض (د D)
٠,٥ لتر/ دقيقة	١٥	٤٣	٠,٧	٥٥	٢,٣
٤,٣ هرتز	٣٠	٣٩	١,٦	٥٥	٤,٠
٠,٧ لتر/دقيقة	١٥	٤١	٠,٧	٥٣	٤,٤
٦,٧ هرتز	٣٠	٤١	٠,٧	٥٥	٤,٨
٠,٧٥ لتر/دقيقة	١٠	٣٢	٠,٨	٤١	١,١
٤,٣ هرتز	٢٠	٣١	١,٠	٤٢	١,٠

وتثبيط *B subtilis* و *E. coli* إنخفض تقريباً ٢ د D عندما خلطت الكائنات الدقيقة معاً فى شوربة البسلة. والصور (٢٠، ٢١، ٢٢) تلخص تثبيط *E. coli* و *B. subtilis* ومخلوط من الكائنات معلقة فى شوربة بسلة وعرضت لظروف معاملة منتقاة. وقد كان هناك إختلاف جوهرى فى مستويات التثبيط (إحتمال > ٠,٥ (P <0.05 بين *E. coli* وحدهـا و *E. coli* مختلطة مع *B. subtilis*. فتثبيط ح.ك.ذ PEF لـ *E. coli* وحدها وصل إلى ٦,٥ د D بعد ٣٠ نبضة و ٣٠ كيلو فلط/سم ومعدل إنسياب ٠,٥ لتر/دقيقة، بينما تثبيط قدره ٤,٠ د D لوحظ عندما خلطت *E. coli* مع *B. subtilis*. و *B. subtilis* وحدها كان لها ٥,٠ د D عندما عرضت إلى ٣٣ كيلو فلط/سم و ٤,٣ هرتز وبمعدل إنسياب ٠,٥ لتر / دقيقة، بينما فقط ٢ د D لوحظت عندما إختلطت مع *E. coli* وعرضت لعشرين نبضة على ٣٠ كيلو فلط/سم و ٤,٣ هرتز ومعدل إنسياب ٠,٧٥ لتر/ دقيقة أو ٣,٥ د D بعد ٣٠ نبضة.

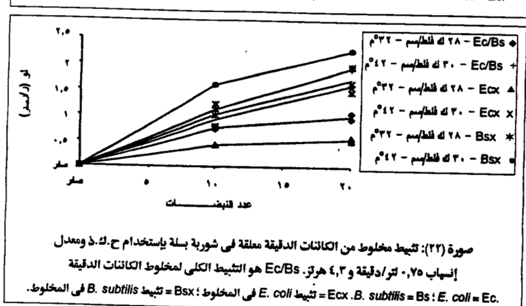


صورة (٢٠): تثبيط الكائنات الدقيقة المعلقة فى شوربة بسلة بإستخدام ح.ك.ذ ذات ٠,٥ لتر/دقيقة و ٤,٣ هرتز. *B. subtilis* = Bs ؛ *E. coli* = Ec.



صورة (٢١): تثبيط مخلوط من الكائنات الدقيقة معلقة فى شوربة بسلة بإستخدام ح.ك.ذ ذات ٠,٥ لتر/دقيقة و ٤,٣ هرتز. Ec/Bs هو التثبيط الكلى لمخلوط الكائنات الدقيقة

Ec = *E. coli* ؛ Bs = *B. subtilis*. Ecx = تثبيط *E. coli* فى المخلوط ؛ Bsx = تثبيط *B. subtilis* فى المخلوط.



صورة (٢٢): تثبيط مخلوط من الكائنات الدقيقة معلقة فى شوربة بسلة بإستخدام ح.ك.ذ ومعدل إنسياب ٠,٧٥ لتر/دقيقة و ٤,٣ هرتز. Ec/Bs هو التثبيط الكلى لمخلوط الكائنات الدقيقة

Ec = *E. coli* ؛ Bs = *B. subtilis*. Ecx = تثبيط *E. coli* فى المخلوط ؛ Bsx = تثبيط *B. subtilis* فى المخلوط.

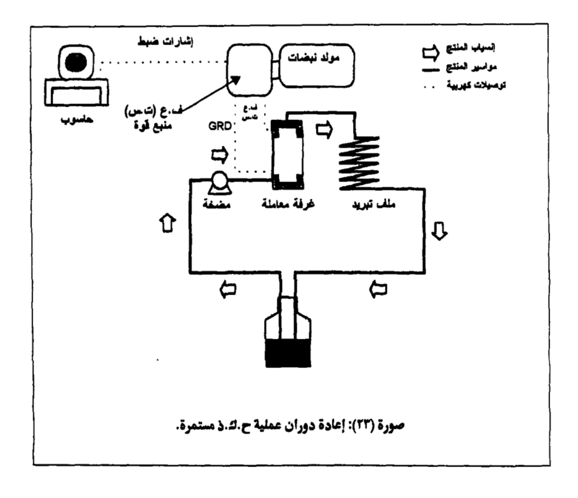
ونتائج تثبيط *E. coli* و *B. subtilis* بإستخدام ح.ك.ذ PEF تبين إمكان إستخدام التقنية لحفظ أغذية تحتوى جسيمات معلقة ونشا مجلتن.

٣- البيض السائل liquid eggs

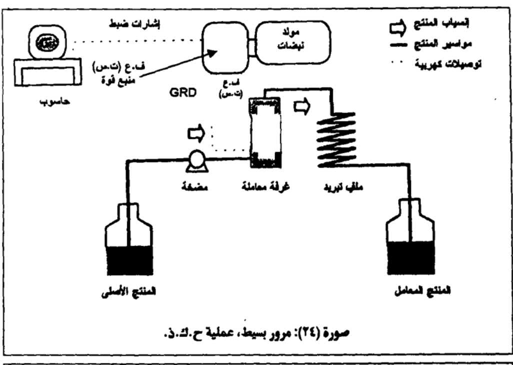
معاملة ح.ك.ذ PEF عالى الشدة (٢٦ ك ف kV / سم) فى أنظمة مستمرة الإنسياب (دوران مستمر ومرور بسيط simple pass) ثبطت *E. coli* ملقحة فى بيض سائل ٦د D مع قمة معاملة ٣٧,٢±١,٥°م (الجدول ٤ والصور ٢٣، ٢٤). معاملات ح.ك.ذ PEF بأربع نبضات كانت أكثر فاعلية عن نبضتين (الصور ٢٥ و ٢٦)، وهذا يمكن تفسيره بكمية الطاقة المعطاه للبيض السائل.

جدول (٤): ظروف معاملة البيض السائل المعرض لـ ح.ك.ذ PEF.

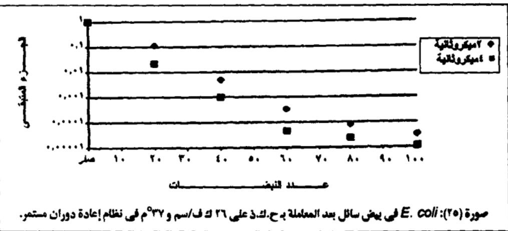
الوصف	ظروف المعاملة		الوصف	ظروف المعاملة	
	المعاملة الأولى	المعاملة الثانية		المعاملة الأولى	المعاملة الثانية
مدة النبض (ميكرو ثانية)	٢	٤	قمة الفلطية (ك ف)	١٥,٥	١٥,٥
السعة (ميكرو فاراداى)	٠,٥	١,٠	قمة التيار (ك أمبير)	٨,٠	٨,٠
دخل الفلطية (ك ف)	٤٠	٣٠	شدة حقل الكهرباء (ك ف/سم)	٣٦	٣٦
معدل الإنسياب الداخل (لتر/ق)	٠,٥	٠,٥	طاقة النبض (جول)	٦٠	١٢٠
معدل النبض الداخل (هرتز)	١,٢٥، ٢,٥	١,٢٥، ٢,٥	أقصى درجة حرارة (°م)	٣٧	٣٧



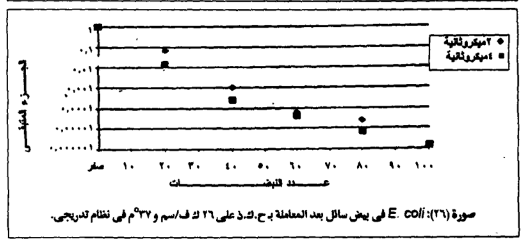
صورة (٢٣): إعادة دوران عملية ح.ك.ذ مستمرة.



صورة (٢٤): مرور بسيط، عملية ح.ك.ذ.



صورة (٢٥): *E. coli* في بيض سائل بعد المعاملة بـ ح.ك.ذ على ٢٦ ك ف/سم و ٣٧°م في نظام إعادة دوران مستمر.



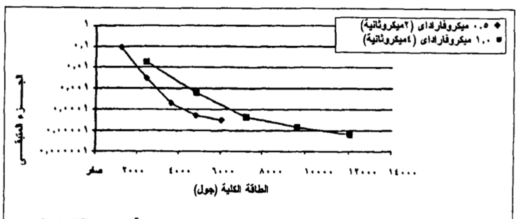
صورة (٢٦): *E. coli* في بيض سائل بعد المعاملة بـ ح.ك.ذ على ٢٦ ك ف/سم و ٣٧°م في نظام تدريجي.

والصورة (٢٧) تبين تأثير دَخْل الطاقة فى تثبيط *E coli* مع دخـل طاقـة (بـالجول Joules) محسـوباً كالآتى:

طاقة/نبض = ٠,٥ سـ ف٢

energy/pulse = 0.5 C V^2

حيث سـ C هى السِعَة capacitance / (مُوَاسَعة و ٠,٥ ميكــرو فــارادای (ف F)) لنبضتــين و ١,٠ ميكروفــارادای F لأربـع نبضـات و ف V هـــى الجـهد potential المقـاس عـبر غرفـة المعاملـــة (١٦,٥ ك فلط kV).



صورة (٢٧): *E. coli* فى بيض سائل بعد المعاملة بـ ح.ك.ذ على ٢٦ ك ف/سم و ٣٧°م كدالة للطاقة الداخلة.

وذلك بعد تحويل 1.00E+00 ، 1.00E-0.1 ، 1.00E-02 ، 1.00E-03 (وهى وحدات حاسوبية والتـــى كانت موجودة فى الأصل فى صـــور ٢٧، ٢٩، ٣٠، ٣١، ٣٢، ٣٣، ٣٤ و ٣٥) إلـــى ١، ٠,١، ٠,٠١، ٠,٠٠١ وهكذا وذلك بعد تفسير معنى هذه الوحدات الحاسوبية بالرجوع للآنستين إنجى وسارة فضل فلزم الشكر.

ودخل الطاقة الكلى (بالجول Joules) بعد ن n نبضات تم حسابه بالمعادلة:

الطاقة الكلية = ن* طاقة/نبض

total energy = n* energy/pulse

والجزء المتبقى من *E. coli* فـى البيـض السائل إنخفض تقريباً ٦ د D مع ١٢٠٠٠ جـول مطبقة فى نبضات ذات ٤ ميكرو ث (الصورة ٢٦). وفى تجربة أخرى وصل الإنخفاض إلى ٥ د D بتعريض *E. coli* المعلقة فى الجينات الصوديوم إلى حقل كهربى ١٤ ك فلـط kV/سـم مـع خمـس نبضـــــات ذات ٢٠ ميكرو ث. وفى تجربة ثالثة وصل تثبيط الـ *E. coli* ٦ د D وكانت معلقـــة فى آجار دكستروز البطاطس وعُرِضَت إلى ٦٤ نبضة من ٤٠ ك فلط kV /سم على ١٥°م وصل التثبيط إلـى ٩ د D بإستخـــــدام ٧٠ ك فلــط kV /سـم عندمـا عُلِقَـت *E. coli* فــى ش.ل.ر.ف.د SMUF.

والبروتين وهو مهم فى نمو الكائنات الدقيقة ألْقَصَ كفـاءة معاملـة ح.ك.ذ PEF. فتثبيـــط الكائنـــات الدقيقة بإستخدام ح.ك.ذ PEF أكـثر صعوبـة فـى الأغذية عنه فى المحاليل المنظمة. وعموماً فالتأثير القاتل على البكتريا لـ ح.ك.ذ PEF يتناسب عكسياً مع القوة الأيونية ويزيد مع المُقاوميَّة resistivity الكهربية. والمقاومة الكهربية للبيض السائل (١,٩ Ω) منخفضـة بالنسـبة للأغذيـة الأخـرى ولـذا فمـن الضرورى تعريـض البيـض السـائل لعـدد كبير مـن

النبضات (١٠٠). ولم يكن هناك فرق جوهرى (إحتمال >٠,٠٥ 0.05< P) فى كفاءة معاملة ح.ك.ذ PEF عندما إختلف معدل النبض من ١,٢٥ إلى ٢,٥ هرتز حيث أن تثبيط *E. coli* فى البيض السائل كان على الأقل ٤ د D إذا إستمر عدد النبضات وكان وسع النبضات ثابتاً. ولم يكن هناك فرق جوهرى (إحتمال >٠,٠٥ 0.05< P) بين تثبيط *E. coli* بإستخدام معاملة إعادة الدوران المستمر أو كان تدريجياً.

٤- عصير التفاح apple juice

عصير التفاح الذى يرشح ترشيحاً فائق الدقة لم يحدث به أى تغيير فى محتوى جهد أو الحموضة أو فيتامين ج أو الجلوكوز أو الفركتوز أو السكروز عندما عرض لمعاملات مختلفة من ح.ك.ذ PEF (الجدول ٥). وتثبيط *S. cerevisiae* المعلقة فى عصير تفاح تأثر بشدة الحقل الكهربى وزمن المعاملة وعدد النبضات. والصورة (٢٨) تبين عدد *S. cerevisiae* كدالة لقمة شدة الحقل عندما أستخدمت نبضتان وكانت شدة الحقل المنتقاه ١٣ أو ٢٢ أو ٣٥ أو ٥٠ ك فلط kV/سم. ومعدل التثبيط يزيد مع زيادة شدة الحقل. وتثبيط الكائنات الدقيقة دالة لعدد النبضات كما توضحه الصورة (٢٩). وتثبيط ٦ د D شوهد بعد ١٠ نبضات ذات ٣٥ ك فلط kV/ سم على ٢٢ - ٣٤°م. ويبلغ عمر الرف لعصير التفاح المعامل بـ ح.ك.ذ PEF أزيد من ثلاثة أسابيع عند تخزينه على ٤ أو ٢٥°م كما تبين الصورة (٣٠).

جدول (٥): الخواص الكيماوية لعصير التفاح قبل وبعد المعاملة بـ ح.ك.ذ PEF.

العينة	جهد	الحموضة (حمض ماليك)	فيتامين ج (مجم/١٠٠جم)	جلوكوز	فركتوز	سكروز
للمقارنة	٤,١٠±٠,٠٢	٢,٦٣±٠,٠٢	١,١٥±٠,٠١	٢,٩١±٠,٣٣	٤,٩٥±٠,٦٤	٢,١٨±٠,٢٥
المعاملة ١	٤,٣٦±٠,٠٣	٢,٦٧±٠,٠٢	١,٠٢±٠,٠٢	٢,٨٧±٠,٠٦	٤,٩٦±٠,١١	٢,٢٥±٠,٠٦
المعاملة ٢	٤,١٨±٠,٠١	٢,٧٥±٠,٠٧	١,١٢±صفر	٣,٠١±٠,٣٤	٥,٠٨±٠,٦٧	٢,٢١±٠,٣١
المعاملة ٣	٤,٠٩±٠,٠١	٢,٦٣±٠,٠٢	١,٠٢±صفر	٢,٩٠±٠,٠٩	٤,٨٩±٠,١٣	٢,١٣±٠,٠٦
المعاملة ٤	٤,٢٣±٠,٠١	٢,٦١±صفر	١,١٥±٠,٢٤	٢,٥٧±٠,٢٥	٤,٣٣±٠,٤٧	٢,٤٣±٠,١٣

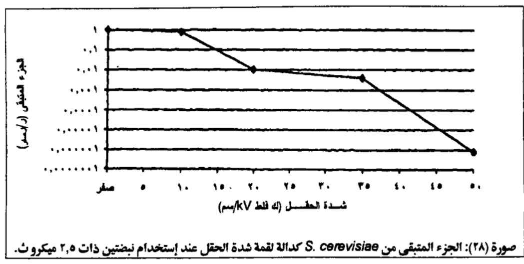
البيانات متوسطات لتجربتين كلٍ أجريت مرتين. (البيانات كما أعطيت فى المرجع)

٥- اللبن الفرز skim milk

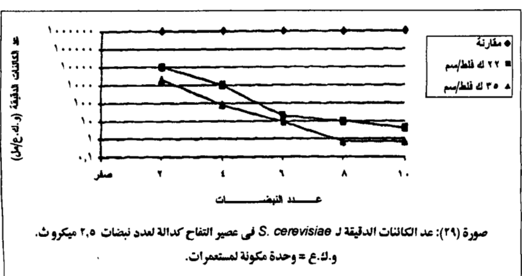
المعاملة فى نظام غرفة ساكن

treatment in a static chamber

معاملة ح.ك.ذ PEF تثبيط *E. coli* فى اللبن الفرز على ١٥°م. والمَعَالِم الأساسية التى تؤثر على تثبيط الكائنات الدقيقة هى: شدة الحقل الكهربى وزمن المعاملة وهذا يمكن التعبير عنه بعدد النبضات (ن n) عند تثبيت عرض كل نبضة.

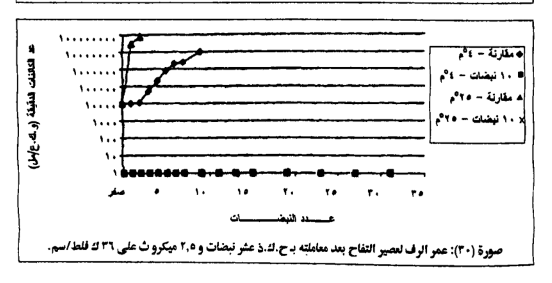


صورة (٢٨): الجزء المتبقي من *S. cerevisiae* كدالة لقمة شدة الحقل عند إستخدام نبضتين ذات ٢,٥ ميكرو ث.



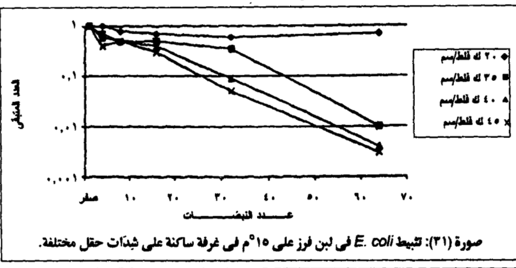
صورة (٢٩): عد الكائنات الدقيقة لـ *S. cerevisiae* في عصير التفاح كدالة لعدد نبضات ٢,٥ ميكرو ث.

و.ك.ع = وحدة مكونة لمستعمرات.

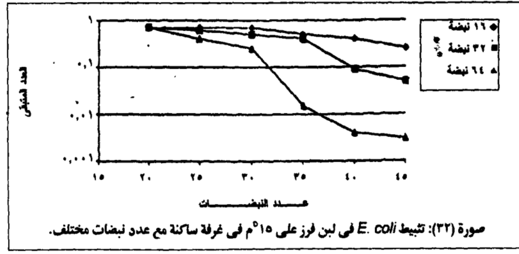


صورة (٣٠): عمر الرف لعصير التفاح بعد معاملته بـ ح.ك.ذ عشر نبضات و ٢,٥ ميكرو ث على ٣٦ ك فلط/سم.

وينقص الجزء المتبقي من *E. coli* عندما يعامل اللبن بزيادة من عدد النبضات على شدة حقل ثابتة (الصورة ٣١). ومعدل تثبيط *E. coli* يزداد مع زيادة شدة الحقل الكهربي عند ثبات عدد النبضات (الصورة ٣٢). وقد لوحظ أقل من خفض لو واحد 1 log في مجموعة *E. coli* عند المعاملة بـ ح.ك.ذ PEF ذات ٢٠ و ٢٥ و ٣٠ ك فلط kV/سم و ٦٤ نبضة على ١٥ °م. ولكن معاملات ح.ك.ذ PEF على ٤٥ ك فلط kV/سم و ٦٤ نبضة و ١٩ °م وصلت تقريباً إلى خفض ٣ دورات لو log.
وكان تثبيط *E. coli* بحقل ٢٠ ك فلط kV/سم في محلول ملحي مشابه. كما خفضت المجموعة ٤ دورات لو log بـ ٢٠ ك فلط kV/سم عندما عُلقت *E. coli* في مُنَظِم فوسفات ولكن وصل الخفض إلى ٥ دورة لو log عندما عُومِلَت *E. coli* وهي معلقة في محلول ألجينات الصوديوم بـ ٢٦ ك فلط kV /سم. وأما في آجار دكستروز البطاطس مع ٤٠ ك فلط kV/سم و ٦٤ نبضة على ١٥ °م فقد أعطى خفضاً قدره ٦ دورة لو log. ويلاحظ أن حركيات تثبيط ح.ك.ذ PEF في المنتجات شبه الصلبة تختلف عن حركيات تثبيطها في السوائل لأن خلايا *E. coli* مثبتة في شبكة الجل، الشيء الذي يُزيد من إنتظام التثبيط.



صورة (٣١): تثبيط *E. coli* في لبن فرز على ١٥ °م في غرفة ساكنة على شدّات حقل مختلفة.



صورة (٣٢): تثبيط *E. coli* في لبن فرز على ١٥ °م في غرفة ساكنة مع عدد نبضات مختلف.

ومعاملة ح.ك.ذ PEF لـ *E. coli* فى لبن فرز فى غرفة ساكنة static (جدول ٦) كانت مشابهة لمعاملتها فى مُنَظِم فوسفات لأن هدم *E. coli* فى اللبن الفرز إتَّبع حركية الرتبة الأولى first order لكل من شدة الحقل الكهربى وعدد النبضات.

جدول (٦): حركيات تثبيط *E. coli* فى اللبن الفرز بواسطة ح.ك.ذ PEF[1].

شدة الحقل الكهربى (ك فلط kV/سم)	عدد النبضات (ن)	ن اقل	كح (ك فلط kV/سم)	ك (ك فلط kV/سم)	ر٢
٣٥	>٦٤	١٥,٢	-	٥,٦	٨٢,٩
٤٠	>٦٤	١٣,٠	-	٦,١	٩٥,٨
٤٥	>٦٤	١١,٠	-	٨,٠	٩٨,٥
>٤٥	١٦	-	١٨,٧	٢,٩	٨٣,٣
>٤٥	٣٢	-	٢٠,٤	٣,٩	٨٦,١
>٤٥	٦٤	-	١٩,٩	٢,٧	٩٢,٤

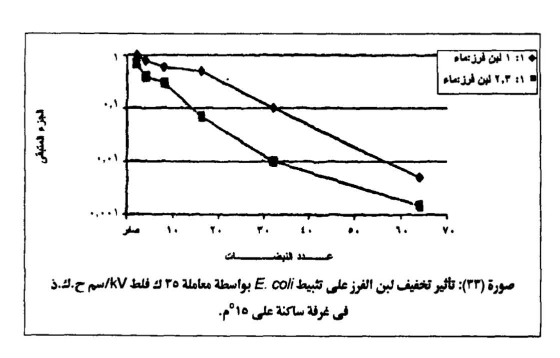
ر٢: معاملة الإرتباط لتحليل الإنحدار regression (إحتمال ٠,٠٥ P = 0.05).

ا: المعاملة فى غرفة ساكنة. أنظر المتن لمعرفة التعريفات.

وقد وجد أن أقل عدد نبضات (ن اقل n_{min}) مطلوب لتثبيط الكائنات الدقيقة فى اللبن الفرز على ٤٥ ك فلط kV/سم و ٣٥ ك فلط kV/سم بإستخدام غرفة ساكنة كان ١١ و ١٥ نبضة بالتتابع. والحقل الكهربى الحرج (كح E_c critical electric field) هو ١٩,٩ ك فلط kV/سم مع ٦٤ نبضة على ٤٥ ك فلط kV/سم، وهى أعلا من تثبيط *E. coli* المعلقة فى محلول الجينات الصوديوم (١٤ ك فلط kV/سم). وفى الأغذية شبه الصلبة النموذجية كانت كح E_c لـ *E. coli* ١٧,٥ ك فلط kV/سم.

ومن الصعب خفض الجزء المتبقى من الكائنات الدقيقة الموجودة فى اللبن الفرز عن تلك الموجودة فى محاليل منظمة أو أغذية نموذجية لأن تكوين اللبن الفرز معقد (أى به ٣٣-٤٠جم/لتر من البروتين). وهذه المواد تقلل من التأثير المميت لـ ح.ك.ذ PEF على الكائنات الدقيقة لأنها تمتص الشقوق الحرة والأيونات وهذه تكسر الخلايا. بجانب أن تثبيط البكتيريا بواسطة ح.ك.ذ PEF دالة لمقاومة المحلول والتى هى تتناسب عكسياً مع القوة الأيونية. وينقص الجزء المتبقى عندما يزيد متوسط المقاومة وتنقص القوة الأيونية. ومُقَاوميَّة اللبن الفرز المقاسة هى ٣١٠ Ω وتلك للمُنَظِم أعلا. وحيث أن تخفيف اللبن يزيد المُقَاوميَّة ويقلل من تركيز البروتين فإن كفاءة معاملة ح.ك.ذ PEF تتحسن. ومعدل تثبيط

E. coli المعلقة فى لبن فرز : ماء (١ : ٢,٣) ومعرضة لـ ٤٠ ك فلط kV/سم) فى غرفة ساكنة على ١٥°م أعلا من لو أستخدم لبن فرز : ماء (١ : ١) (الصورة ٣٣).



صورة (٣٣): تأثير تخفيف لبن الفرز على تثبيط *E. coli* بواسطة معاملة ٣٥ ك فلط kV/سم ح.ك.ذ فى غرفة ساكنة على ١٥°م.

المعاملة فى نظام مستمر

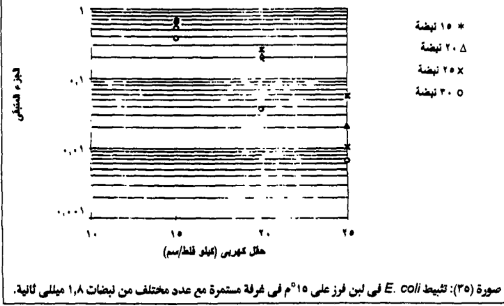
treatment in a continuous system

معاملة ح.ك.ذ PEF فى غرفة ذات إنسياب مستمر يثبط أيضاً *E. coli* الملقحة فى اللبن الفرز. وزيادة فى شدة الحقل أو عدد النبضات ينتج تثبيطاً بكتيرياً أكبر (الصور ٣٤، ٣٥). وموت الكائنات الدقيقة يتبع حركيات الرتبة الأولى مع كل من شدة الحقل وعدد النبضات (الجدول ٧). وكانت كع E_c عند معاملة ح.ك.ذ PEF فى نظام مستمر عندما كانت أقصى شدة حقل كهربى هى ٣٠ ك فلط kV/سم وكانت بين ١٢,٣٤، ١٤,٦٢ ك فلط kV/سم. وتراوحت ن$_{ملل}$ n_{min} مابين ١,٩ إلى ٥,٤ نبضة. وهذه القيم أقل من القيم المتحصل عليها بالنسبة للمنتج المعامل نفسه فى نظام ساكن.

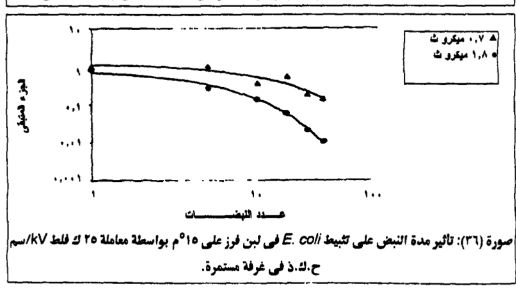
وكفاءة معاملة ح.ك.ذ PEF تعتمد أيضاً على مدة النبض وهذه تُزيد تثبيط *E. coli* لأن الطاقة المطبقة فى كل نبضة تَزيد. وعند تطبيق ٢٥ نبضة لكل منها مدة ٠,٧ ميكرو ث µS علـى ٢٥ ك فلط kV/سم فى غرفة مستمرة الإنسياب خُفِضَ الجزء المتبقى من *E. coli* الملقحة فى لبن فرز أقل من دورة لو log واحـدة. ولكن المعاملة فى نفس الغرفة بنفس عدد النبضات ونفس شدة الحقل ولكن مدة النبض ١,٨ ميكرو ث µs خَفَضَت الجزء المتبقى بأكثر من دورتين لو log (الصورة ٣٦).



صورة (٣٤): تثبيط *E. coli* فى لبن فرز على ١٥°م فى غرفة مستمرة على شدات حقل مختلفة.



صورة (٣٥): تثبيط *E. coli* فى لبن فرز على ١٥°م فى غرفة مستمرة مع عدد مختلف من لبضات ١,٨ ميللى ثالية.



صورة (٣٦): تاثير مدة النبض على تثبيط *E. coli* فى لبن فرز على ١٥°م بواسطة معاملة ٢٥ ك فلط kV/سم ح.ك.ذ فى غرفة مستمرة.

جدول (٧): حركيات تثبيط *E. coli* فى اللبن الفرز بواسطة ح.ك.ذ PEF [أ].

شدة الحقل الكهربى (ك فلط kV/سم)	عدد النبضات (ن)	نس	كع (ك فلط kV/سم)	ك (ك فلط kV/سم)	ر[٢]
١٥	٣٠>	٥,٤	–	٣,٩	٩١,٨
٢٠	٣٠>	١,٩	–	٩,٥	٩٩,٧
٢٥	٣٠>	٢,٧	–	٥,٨	٩٥,٥
٣٠>	١٥	–	١٣,٨٢	٤,٣	٩٨,٥
٣٠>	٢٠	–	١٤,٦٢	٢,٢	٩٦,٨
٣٠>	٢٥	–	١٤,٤٤	٢,٢	٩٣,٨
٣٠>	٣٠	–	١٢,٣٤	٣,٥	٩٩,٢

ر[٢]: معاملة الإرتباط لتحليل الإنحدار regression (إحتمال ٠,٠٥ P = 0.05).

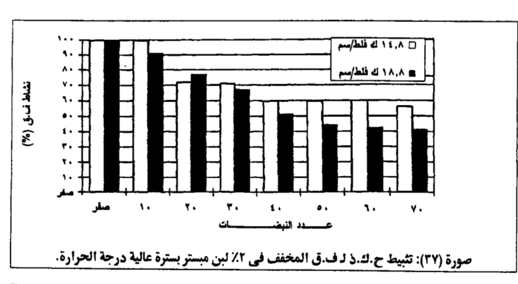
أ: المعاملة فى غرفة مستمرة الإنسياب. أنظر المتن لمعرفة التعريفات.

ب) مسخ البروتينات denaturation of proteins

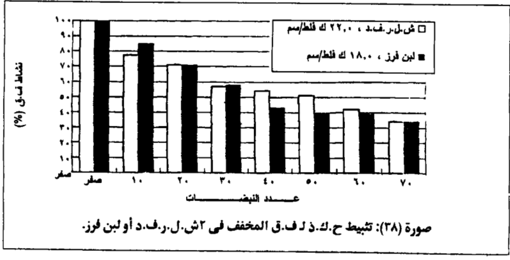
١ – الفوسفاتاز القلوى alkaline phosphatase

وجود الفوسفاتاز القلوى (ف.ق ALP) فى منتجات اللبن المبستر يُظهر بسترة غيركافية أو إعادة تلوث بلبن خام. والفوسفاتاز القلوى (ف.ق ALP) يوجد فى إتحاد مع أغشية كريات الدهن، وفى اللبن الفرز يوجد على شكل جسيمات الليبوبروتين.

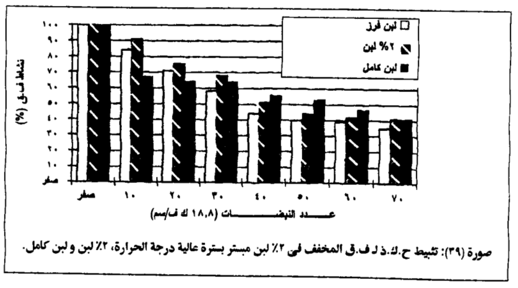
وتثبيط ف.ق ALP بواسطة ح.ك.ذ PEF دالة لشدة الحقل ومحتوى اللبن من الدهن وتركيز ف.ق ALP. وكلما زادت شدة الحقل كلما نقص نشاط ف.ق ALP. وخُفض قدره ٤٣–٥١٪ فى نشاط ف.ق ALP وجد عندما كان الإنزيم معلقاً فى ٢٪ لبن وعُرِضَ إلى ٧٠ نبضة ذات ٠,٤٠ – ٠,٤٥ ميللى ث على ١٤,٨ – ١٨,٨ ك فلط kV/سم (الصورة ٣٧). وإنخفض نشاط ف.ق ALP ٦٥٪ فى ش.ل.ر.ف.د SMUF بتركيز ٢مجم/مل عندما عُرِضَ إلى نبضات لها ٠,٧٤ ميللى ث لحقل قوته ٢٢ ك فلط kV/سم (الصورة ٣٨). وخُفِضَ نشاط ف.ق ALP المذاب فى لبن ٢٪ ولبن ٤٪ مبستر بسترة فائقة درجة الحرارة UHT-pasteurized ٥٩٪ عندما عُرِضَ إلى ٧٠ نبضة لها ٠,٤٠ ميللى ث على ١٨,٨ ك فلط kV/سم، بينما الخفض كان ٦٥٪ فى اللبن الفرز (الصورة ٣٩). و ف.ق ALP المعلق فى لبن (١مل لبن خام فى ١٠٠ مل ٢٪ لبن) إنخفض نشاطه ٩٦٪ بعد التعريض إلى ١٣,٢ ك فلط kV/سم على ٤٣,٩°م و ٧٠ نبضة، بينما المعاملة الحرارية على ٤٣,٩°م لمدة ١٧,٥ دقيقة أعطت تخفيضاً قدره ٣٠٪ فقط (الصورة ٤٠). والصورة (٤١) تبين خفضاً فى سرعة الإنتاج الأصلى للأصفر المستشع fluoroyellow لـ ف.ق ALP كدالة لعدد النبضات. أما الصورة (٤٢) فتبين أن ف.ق ALP المعامل بـ ح.ك.ذ PEF أكثر عرضة لتحليل التربسين البروتيوليتى عندَ المعاملة بـ ٧٠ نبضة لها ٠,٧٨ ميللى ث على ٢٢,٣ ك فلط kV/سم. ويرجع تثبيط ف.ق ALP إلى تغيرات فى تَكَيُّف البروتين مُحَثّة بـ ح.ك.ذ PEF.



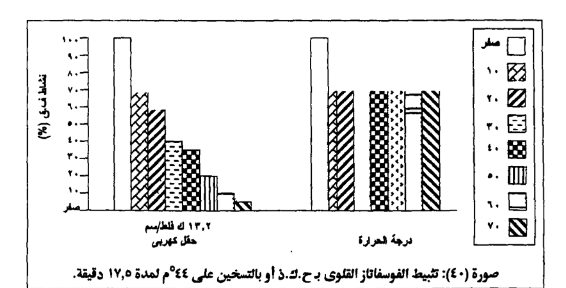
صورة (٣٧): تثبيط ح.ك.ذ لـ ف.ق المخفف فى ٢٪ لبن مبستر بسترة عالية درجة الحرارة.



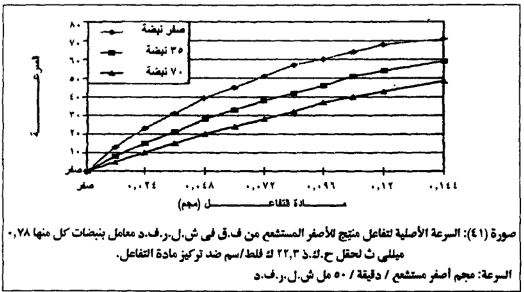
صورة (٣٨): تثبيط ح.ك.ذ لـ ف.ق المخفف فى ٢ش.ل.ر.ف.د أو لبن فرز.



صورة (٣٩): تثبيط ح.ك.ذ لـ ف.ق المخفف فى ٢٪ لبن مبستر بسترة عالية درجة الحرارة، ٢٪ لبن و لبن كامل.

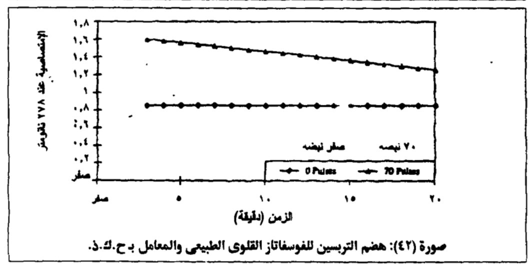


صورة (٤٠): تثبيط الفوسفاتاز القلوى بـ ح.ك.ذ أو بالتسخين على ٤٤°م لمدة ١٧,٥ دقيقة.



صورة (٤١): السرعة الأصلية لتفاعل منتج للأصفر المستشع من ف.ق فى ش.ل.ر.ف.د معامل بنبضات كل منها ٠,٧٨ ميللى ث لحقل ح.ك.ذ ٢٢,٣ ك فلط/سم ضد تركيز مادة التفاعل.

السرعة: مجم أصفر مستشع / دقيقة / ٥٠ مل ش.ل.ر.ف.د



صورة (٤٢): هضم التربسين للفوسفاتاز القلوى الطبيعى والمعامل بـ ح.ك.ذ.

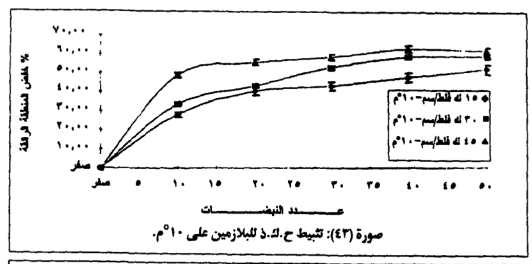
٢- البلازمين و البروتياز من
***Pseudomonas fluorescence* M3/6**

plasmin and protease from
***Pseudomonas fluorescens* M3/6**

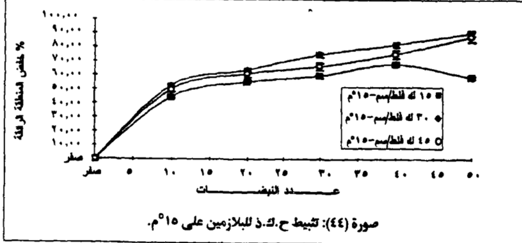
الإنزيــم الـــبروتيوليتى بلازمـــين وبروتيـــاز مـــن *Pseudomonas fluorescens* M3/6 تم تثبيطهما بحقول كهربية متذبذبة. فنشاط البلازمين ثُبطَ ٩٠٪ عندما عُومِل بـ ٣٠ و ٤٥ ك فلـط kV/سم و ١٠ - ١٥ نبضة مدتـها ٢ميكـروث علـى ١٠ و ١٥°م (الصور ٤٣ و ٤٤). بينمـا البروتياز المستخلص مـــن *P. fluorescens* M3/6 والمشتت تريبتيـخ مرق صويا Triptych Soy عنـد تعريضه لعشـرين نبضـة ذات ٢ ميكـروث علـى ١١ - ١٨ ك فلـط kV/سـم ودرجـة حـرارة ٢٠ - ٢٤°م خُفِـضَ ٨٠٪؛ ولكــن عندما لقح فى لبن فرز معقم وعُرِضَ إلى ٩٨ نبضة لهــــا ٢ ميكـروث على ١٥ ك فلط kV/سم وعلـى ٥٠°م خُفِـضَ ٦٠٪ (الصـــورة ٤٥). ولم يلاحـــظ أى تثبيط عندما لُقِحَ فى منظم كيزين-تريـس casein-*Tris* معقم وعُرِضَ إلى معاملـة ح.ك.ذ PEF مشابهة لتلك الخاصة باللبن الفرز. وإنخفـاض كفاءة ح.ك.ذ PEF فى تثبيط البروتياز فى اللـبن الفـرز ومنظـم كيزين-تريس قد تعزى لحماية مادة التفاعل (أى الكـازين) ضـد التغـيرات التكَيُفِيَـة للإنزيـم المُحَثَـة بالحقل الكهربى.

وتعـرض الكـيزين للتحلـل يختلـف كدالـة لظـروف المعاملـة ؛ فمعاملـة ح.ك.ذ PEF علـى ٢٥ ك فلـط kV/سم و ٠,٦ هرتز وعلـى ٣٠°م وُجِدَ أنـها تُزيـد النشاط البروتيوليتى فى اللبن الفرز الملقح ببروتياز مـــن *P. fluoroscens* M3/6. ولكن ١٤ أو ١٥ ك فلط kV/سم على ١ أو ٢ هرتز و ٣٠°م لم يكن لها تأثير جوهرى علـى تعـرض الكـازين للتحلـل فـى اللبن الفرز، كما لم يلاحظ أى تغيير جوهرى فى نقص الكـازين المعلـق فى منظـم كـازين-تريـس عندما عُرِضَ لظروف معاملات مشابهة لتلك الخاصة باللبن الفرز.

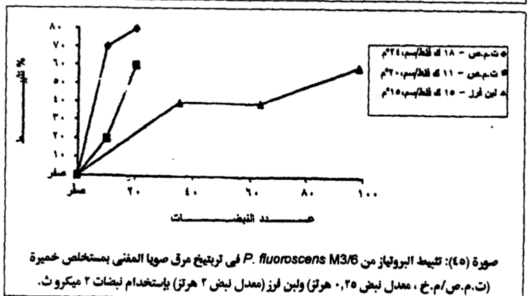
ولايتوقف تثبيط البروتياز من *P. fluorescens* M3/6 على وجود الكالسيوم فـى الوسط المحتوى للبروتيـاز عنـد تعريضـه إلى ح.ك.ذ PEF (الصـــور ٤٦) فـالتثبيط كـان واحداً لثلاثـــة محاليل تحتوى صفـــر ، ١٠ ، ١٥ ميللـــى جـــزىء mM كالســـيوم وإنخفض النشـاط الـبروتيوليتى للبروتيـاز ٣٠٪ بعـد تعرضه إلى ٢٠ نبضة ذات ٧٠٠ ميكروث علـــى ٦,٢ ك فلـــط kV/ســم و ١٥ - ٢٠°م. بينمـــا التثبيـــط الحرارى بعكس ح.ك.ذ PEF للبروتياز المعلق فى ش.ل.ر.ف.د SMUF إختلـــف مـــع محتـــوى الكالسيوم فالعينات المسخنة المحتوية علـى ١٠ أو ١٥ ميللى جزىء mM كالسيوم إحتفظـت بـ ٧١٪ من النشاط الأصلى مقارنة بـ ١٢٪ للعينات التى لم تحتوى أى كالسيوم بعد التسخين لمدة ٥ق. وتلى ذلك خفض مستمر فى النشاط كدالة لزمن التسخين (الصورة ٤٧). وتحليل ك.س.ع.أ HPLC بإستخدام عمـود تفاعل غير محب للمـاء لعينـات ح.ك.ذ (٢٠ نبضـة و ١٥ ميللـى جـزىء mM كـا⁺⁺) والمعاملـة حراريـاً (٥ دقيقـة، ١٥ ميللـى جـزىء mM كـا⁺⁺) أظـهرت إختلافـات فـى وقـت الإحتفـاظ والقمـة للبروتين المُمَلَز عندما قورنت بعينـات غـير معاملـة (الجدول ٨).



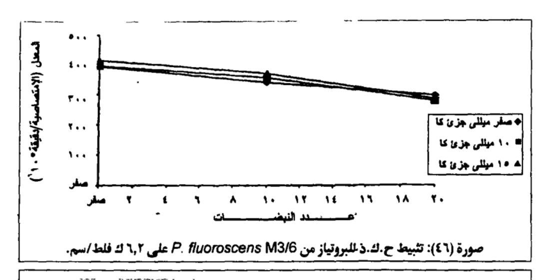
صورة (٤٣): تثبيط ح.ك.ذ للبلازمين على ١٠°م.



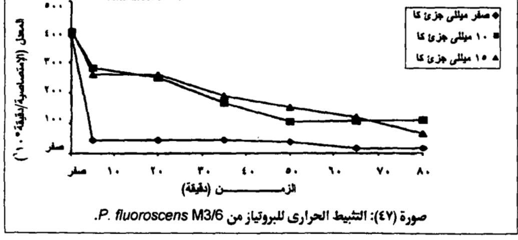
صورة (٤٤): تثبيط ح.ك.ذ للبلازمين على ١٥°م.



صورة (٤٥): تثبيط البروتياز من *P. fluoroscens* M3/6 في تربتيخ مرق صويا المغنى بمستخلص خميرة (ت.م.ص/م.خ ، معدل نبض ٠,٢٥ هرتز) ولبن فرز (معدل نبض ٢ هرتز) باستخدام نبضات ٢ ميكرو ث.



صورة (٤٦): تثبيط ح.ك.ذ للبروتياز من P. fluoroscens M3/6 على ٦,٢ ك فلط/سم.



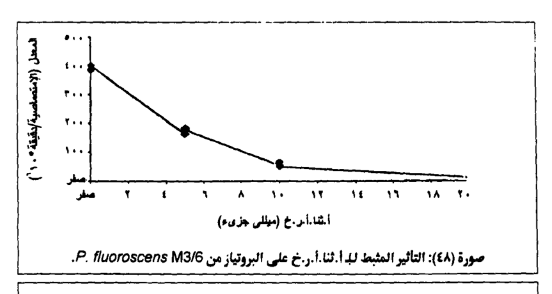
صورة (٤٧): التثبيط الحرارى للبروتياز من P. fluoroscens M3/6.

جدول (٨): التغيرات غير المحبة للماء للبروتياز المعلق فى ش.ل.ر.ف.د والمحثة بـ ك.ح.ذ والمعاملات الحرارية.

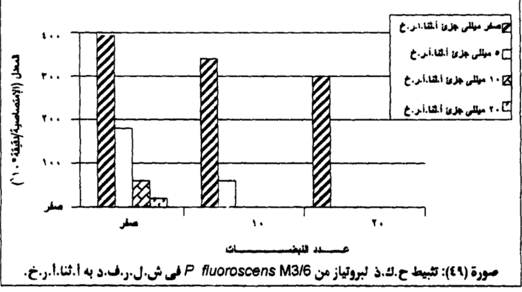
العينة	زمن الإحتفاظ (دقيقة)	القمة (مم)
للمقارنة	٦,٠١	٢٢,٩
٢٠ نبضة[أ]	٥,٩٦	٢٥,٤
المعاملة الحرارية[أ]	٥,٩٣	٢٠,٦

أ: ١٥ جزيئى $كا^{++}$.

والإيثيلين ثنائى الأمين رباعى الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA) له تأثير مثبط جوهرى على النشاط البروتيوليتى للبروتياز (الصورة ٤٨). وهذا يشبه نتائج بروتياز من P. fluorescence M3/6 معاملة بـ ح.ك.ذ PEF وتحتوى على أ.ثنا.أ.ر.خ حيث عَزز تثبيط البروتياز فى ش.ل.ر.ف.د SMUF (الصورة ٤٩).



صورة (٤٨): التأثير المثبط لـ أ.ثنا.أ.ر.خ على البروتياز من P. fluoroscens M3/6.



صورة (٤٩): تثبيط ح.ك.ذ لبروتياز من P fluoroscens M3/6 فى ش.ل.ر.ف.د به أ.ثنا.أ.ر.خ.

رابعا: ملاحظات نهائية final remarks

يحتاج البحث فى حقول الكهرباء المتذبذبة كعملية غير حرارية ليس فقط لتثبيط الكائنات الدقيقة ولكن أيضا تثبيط الإنزيمات والمحافظة على الفيتامينات وتأثير ح.ك.ذ PEF على مكونات الغذاء الأخرى. وحقول الكهرباء المتذبذبة يمكن إستخدامها كعائق hurdle كفء عندما تستخدم بإرتباط مع عوامل حفظ أخرى مثل $ج_{م}$ ونشاط الماء أو كخطوة مكملة لعمليات حرارية خفيفة mild.

(Humberto Vega-Mercado *et al.*)

(بمشاركة من أ.د. يحيى جمال الدين محرم، قسم علم وتقنية الغذاء، كلية الزراعة، الشاطبى، جامعة الأسكندرية)

كواشيوركور kwashiorkor

كواشيوركور مرض تغذوى يوجد فى المناطق الريفية من البلاد النامية ويؤثر على الأطفال أساساً فى السنة الثانية من حياتهم. وهو يرتبط بغذاء مبنى على نشا وقليل من البروتين مثل الكاسافا والبطاطا والموز.

ونظراً لإرتباط نقص البروتين والطاقة فقد أوجد المصطلح سوء تغذية بروتين-طاقة س.غ.ب.ط PEM والذى يصف علامات كثيرة فيها الهزال التدريجى maramus من ناحية والكواشيوركور من ناحية أخرى.

العلامات والتأثير الفسيولوجى
etiology, clinical features & physiological effects

كواشيوركور حالة معقدة عديدة العوامل حيث تلعب العوامل الجغرافية والجوية والتعليمية والمعدية والسيكلوجية والثقافية والزراعية والغذائية وغيرها دوراً. فهو يعتبر النتيجة النهائية لهذه العوامل حيث الجسم لايستطيع أن يتعود على هذه الظروف المتغيرة فتظهر الأعراض الخاصة بالمرض.

الأعراض

تختلف الأعراض تبعاً لدرجة نقص البروتين وماقد يصحبه من نقص فى الفيتامينات والمعادن وعمر إبتداء المرض ومدة النقص وعوامل وراثية وعوامل اخرى.

الوذمة/الإيديما oedema: هى العلامة الرئيسية للكواشيوركور ويجب تمييزها عن الوذمة الناتجة عن امراض اخرى مثل دودة الأنكيلوستوما hookworm والبرى برى. والوذمة تسبب إنتفاخ الأنسجة وقد توجد فى كل الجسم ولكنها عادة تظهر أولاً فى ظهر القدم والأجزاء السفلى من الأرجل. وبعد ذلك فيمكن أن توجد فى أجزاء أخرى من الجسم بما فيها الأيادى والأجزاء الأمامية من الأذرع والظهر والأطراف العليا وفى الحالات الشديدة فى الوجه خاصة الخدين وحول العين مع زيادة فى الدهن المترسب فى الوجه يتسبب عنه مايسمى بـ "وجه القمر moon-face". وسائل الأيديما عامة يمثل ٥ - ٢٠٪ من وزن الجسم والحبن accites والإنسكاب effusion فى التجويف المصلى هى مظاهر متأخرة للإيديما وقد يُعْزَى وجودها إلى عدوى.

تغيرات الشعر hair changes: قد يصاحب الكواشيوركور تغيرات فى صبغات وقوام الشعر والتى تختلف من جزء فى العالم إلى آخر. ففى الأطفال الأفريقيين تغير صبغات الشعر يسبب التغير من الأسود إلى الأحمر أو الأصفر أو البنى الفاتح. وفى أطفال أمريكا الجنوبية تظهر "علامة العلم flag sign" فتظهر خطوط متبادلة من شعر متغير اللون وشعر عادى أسود. والشعر المتغير اللون يعكس فترات من تغذية الطفل حيث البروتين كان منخفضاً ١-٣ أشهر قبل ظهور تغير اللون. والنواحى غير التغذوية البينية والوراثية والتى قد تسبب أيضاً تغيراً فى اللون يجب إستبعادها. والأطفال الأفريقيون يصبح شعرهم متفرقاً ومستقيماً وبصلات جذور الشعر تنقص فى القطر مما يجعل الشعر سهل الإنتزاع.

تغيرات جلدية dermatosis: التغيرات الجلدية تتميز بمساحات من التقشير والتقرح وكلاً من تغير الصبغة إلى أسفل وإلى أعلا في الجلد. والضوء عادة يؤثر على الأطراف السفلى والبروتين والشرج ولكنها قد توجد في أي مكان في الجسم. والأجزاء المقشورة من الجلد تشبه الحرق وتشبه رصف مجنون crazy paving فالأجزاء زائدة الصبغة تشبه دهان مقشور flaky paint والتغيرات الأخرى يصحبها عدوى جلدية.

الكبد الدهني fatty liver: في كثير من حالات الكواشيوركور - ولكن ليس في جميعها - فالكبد يكبر جداً ويمكن جسه ويحدث كبر الكبد أساساً من تخلل الدهن خاصة الجليسريدات الثلاثية وهذا نتيجة نقص في تخليق β-ليبوبروتينات وهي عوامل النقل المتخصصة للجليسريدات الثلاثية. والدهن يتراكم في نقيطات داخل الخلايا أولاً في أطراف الفصيصات lobules ثم يمتد إلى مركز الفصيصات. ووظائف الكبد عادة لاتتغير وفشل الكبد الشديد غير عادي وتليف الكبد يحدث فقط بإرتباط مع أي زعاف كبدي بما فيها الأفلاتوكسين. ومع الشفاء فالكبد يعود لحالته.

هزال العضلات muscle wasting: تهزل العضلات في كثير من الأحيان ويتأثر تقدم الأطفال الفيزيقي والطفل يصبح ضعيفاً ولايستطيع الوقوف أو المشي أو رفع الرأس عند رفعه من وضع رقود إلى وضع جلوس وفي كثير من الأحيان يصعب معرفة العضل الناقص بسبب الإيديما والتي كثيراً ماتخفى الهزال ولكن في الأذرع العليا حيث تكون الإيديما أقل فإنه يظهر نقصاً في المحيط. والدهن تحت الجلدي، والذي يعكس مأخوذ الطفل من الطاقة في صورة غذاء نشوي، والتغيرات الحركية النفسية psychomoter هي معالم إضافية. والطفل يبدو غير مبالٍ وبائس مع صراخ متقطع وغالباً مايكون فاقد الشهية. وفي كثير من الحالات يوجد فقر دم anaemia والذي قد يتفاقم بالملاريا ودودة الأنكيليستوما والطفيليات الأخرى. والإسهال يوجد عادة مع الكوارشيوركور.

التأثيرات الفسيولوجية

physiological effects

النظام القلبي الوعائي cardiovascular system: وقد وُصِفَ ضمور القلب (مما ينتج عنه إخراج قلبي ناقص) وعدم كفاية الدوران (المرتبط بزمن دوران طويل) وبطء القلب وكنتيجة لذلك فإن أطراف مرضى الكواشيوركور تكون باردة وباهتة ومعدل النبض ينخفض أو ربما لايمكن جسه. والفشل القلبي قد يكون سبباً من أسباب وفاة هؤلاء الأطفال.

أعضاء الغدد الصماء والهرمونات endocrine organs & hormones: لاتنقص وظائف الغدد الصماء في الكواشيوركور وإفراز هرمون نمو الإنسان من الغدة النخامية يبدو عادياً وقد يزيد ويرتفع الهرمون المنشط للغدة الدرقية. ونظراً لإطالة نصف عمر الكورتيزول cortisol فإن مستويات البلازما ترتفع مع تأثير هادم على المغذيات. ووظائف الغدة الدرقية تبدو عادية ولكن

تنقص تركيزات البروتين الرابط للثيروكسين فى البلازما وكذلك تركيز الثيروكسين الكلى فى البلازما. ويضعف إفراز الأنسولين بعد تناول الجلوكوز بالفم.

الأجهزة الهاضمة digestive organs: خلايا الغشاء المخاطى للأمعاء والبنكرياس تكون مهزولة ولذلك تتأثر الأغشية المخاطبة للفم واللسان ويقل تخليق ونشاط الإنزيمات الهاضمة وأكثرها تأثراً ثنائى السكريدازات disaccharidases واللاكتاز والسكراز والمالتاز. ونقص المساحة الماصة مع نقص نشاط الإنزيمات يؤدى إلى ضعف فى إستخدام المغذيات. وبالإضافة فإن عدم تحمل اللاكتوز يصبح عاماً.

الكلاوى kidneys: لايوجد تغير كبير فى التركيب الخاص أو الوظيفى ولكن فى حالة الجفاف فإن معدل الترشيح الكُبَيْبى glomerular ينقص وتنقص مقدرة تركيز البول. وقد يتسبب هذا فى نقص الاليكتروليتات المصاحب خاصة البوتاسيوم.

النظام المناعى immunological system: النظام المناعى يكون فى طور النمو فى السنتين الأولتين من الحياه ويكون حساساً لنقص المغذيات فى الطفولة المبكرة. وفى الكواشيوركور فإن النسيج الليمفاوى خاصة الغدة السَّعْتَرِيَّة thymus تكون ضامرة خاصة الخلية المتوسطة فى إستجابة المناعة التى تضعف وبذا يصبح الطفل أكثر عرضة للعدوى بالحصبة والتهابات المعدة والأمعاء. وهذه العدوى نفسها تستنفد مخازن المغذيات.

الإضطرابات الكيموحيوية والأيضية

هناك تغير كبير فى تكوين الجسم مع الكواشيوركور فكل ماء الجسم يزيد من ٦٠٪ إلى ٨٠٪ من كل وزن الجسم وقد يكون مقارناً بذلك الخاص بالمولود الجديد. ومحتوى الماء العالى يُعْزَى أساساً إلى نقص مخازن الجسم من الدهن وهزال العضلات.

ويتغير محتوى المعادن فينقص البوتاسيوم كنتيجة للفقد فى براز الإسهال، والصوديوم والكالسيوم والفوسفور والمغنيسيوم تنقص أيضاً. وينقص بروتين الجسم الكلى كثيراً حتى ٦٠٪ من القيمة المتوقعة للطفل الطبيعى. وهذا النقص يصاحبه تغير فى بروتين الكولاجين من ٢٧٪ فى الأطفال الأصحاء إلى ٤٠٪ من بروتين الجسم الكلى فى المرضى. وبذا فإن البروتين غير الكولاجين يتأثر بشدة. وكنتيجة لأغذية عالية فى الكربوايدرات فإن الأطفال الذين عندهم كواشيوركور قد يكون لهم مخازن تحت جلدية وأخرى للدهون.

الأيض العام general metabolism

أيض البروتين protein metabolism: فى الكواشيوركور يهضم البروتين بكفاية والإحتفاظ بالنتروجين يكون أعلا كفاءة كما يرى من نقص خروج النتروجين فى البول. وينقص تخليق البروتين فى الأنسجة مثل العضلات والجلد لأنها

تعمل كمنظمات فى ضبط أيض البروتين. وتتغير نماذج الأحماض الأمينية فى البلازما وينقص تركيز الأحماض الأمينية الضرورية خاصة المتفرعة منها branched. وينقص أيضاً تركيز البيومين البلازما حيث معدل التخليق حساس جداً لمأخوذ البروتين الناقص وينزل مباشرة عند بدء نقص البروتين الغذائى. وتركيز الـ γ-جلوبيولينات عادة عادى وقد يرتفع فى وجود عدوى. وبروتينات البلازما الأخرى مثل الترانسفيرين transferrin والبروتين الرابط للريتينول تقل وهذا يفسر فقر الدم المصاحب ولين القرنية keratomalacia كما ذكر نقص فى تركيز إنزيمات البلازما بما فيها الكولين استراز والفوسفاتيز القلوى والأميلاز والليباز.

أيض الدهون lipid metabolism: كنتيجة لنقص مقدرة الكبد على تخليق الليبوبروتينات فإن مستويات الجليسريدات الثلاثية فى البلازما وكوليسترول البلازما ينخفضان. ونظراً لزيادة التحلل الدهنى فى الأنسجة الدهنية فإن تركيز الأحماض الدهنية فى البلازما يميل إلى الإرتفاع.

أيض الكربوايدرات carbohydrate metabolism: يكثر حدوث نقص إنخفاض سكر الدم وعدم تحمل الجلوكوز ويرجع عدم تحمل الجلوكوز غالباً إلى إطلاق أنسولين ضعيف أو إلى عدم حساسية فى الأطراف للأنسولين وقد يؤدى إلى مرض البول السكرى فيما بعد.

• التأثير على النمو والتطور الذهنى
effect on growth & mental development

فشل النمو growth failure

يحتاج الأطفال - بالنسبة للبالغين - إلى مدد عالٍ من المغذيات للنمو السريع وعلى ذلك فيمكن فهم فشل النمو على أنه تعود لنقص الطاقة الغذائى ومأخوذ البروتين. وبعكس الأشكال البسيطة لسوء التغذية حيث النمو المعوق مميز فإن تأخر النمو فى الكواشيوركور أقل أهمية فيه والمأخوذ المحدود للمغذيات مع عدوى حادة مثل الحصبة وإلتهاب المعدة والأمعاء يؤدى إلى وزن جسم ناقص. ويبلغ وزن الأطفال المتأثرين مابين ٦٠٪ إلى ٨٠٪ من الوزن المتوقع للأطفال فى مثل سنهم. ونقص نسبة الوزن: إرتفاع/طول ونقص محيط وسط الذراع ونقص ثخانة ثنية الجلد كلها علامات مميزة.

التطور الذهنى mental development

يحدث تطور مخ الإنسان أساساً من منتصف الحمل midgestation إلى السنة الثانية من الحياة. وفى هذا الوقت هناك زيادة سريعة فى عدد الخلايا الكلى والذى يستمر بعد السنة الأولى بعد الولادة. والنُخاعيِّة تبتدىء فى الزيادة أيضاً قبل الولادة وتستمر حتى السنة الثانية من الحياة. وفى هذه الفترة فإن تطور المخ يكون عرضة لنقص المغذيات وهذا يظهر بعدد ناقص من خلايا المخ فى المخ cerebrum والمخيخ cerebellum وساق الدماغ وإنخفاض فى الدهون الكلية والكوليسترول والفوسفوليبيدات. وكذلك يكون محيط الرأس أصغر مما يعكس نمو مخ ناقص.

وهناك إرتباط بين الذكاء وسوء التغذية في السنتين الأولتين للحياه وسوء التغذية الحاد كما في الكواشيوركور يؤثر على الذكاء أكثر من سوء التغذية المزمن.

أيض الدواء drug metabolism

تقل مقدرة ربط الأدوية مثل الساليسالات في الكواشيوركور والتى تحمل في الدورة مرتبطة ببروتينات البلازما نظراً لنقص تركيز البيومين البلازما. والتركيزات العالية للأشكال الحرة من الأدوية قد تكون سامة وقد تتضرر مقدرة الكبد على إزالة سمية الدواء بأكسدتها وتزيد من نصف العمر للدواء ولهذا السبب كل الأدوية يجب أن تستخدم بحذر.

التشخيص والعلاج والمنع
diagnosis, treatment & prevention

التشخيص

يشمل التشخيص ماسبق ذكره؛ مثل الوزن مابين ٦٠٪ ، ٨٠٪ من الوزن القياسي ونقص محيط منتصف الذراع وثخانة ثنية الجلد للعضلة ثلاثية الرؤوس. وتركيز البيومين السيرم تحت ٣٥جم / لتر يمثل إحتمال نقص بروتيني. وبروتينات البلازما الأخرى مثل البروتين الرابط للريتينول أستخدمت في التشخيص لأنها تتفاعل بحساسية أكثر لنقص البروتين.

العلاج

الأطفال في حالة كواشيوركور شديد يحتاجون للمستشفى والجدول (١) يظهر النقط الأساسية في العلاج. وحيث أن الأسباب الرئيسية للموت هي الجفاف والتعقيدات الأخرى مثل الإضطراب الاليكتروليتي ونقص جلوكوز الدم والعدوى المختلفة فإن العلاج يجب أن يبتدىء بالإحلال محل السوائل fluid replacement مع معالجة التعقيدات الأخرى. وبعد الإنعاش الأولى فإعادة التغذية يجب أن تبتدىء بتغذية خلال الفم أو الأنف كل ساعة أو إثنتين بمحلول اليكتروليتي. وفي اليوم الثانى تغذية لبن كل ثلاث ساعات مع سكر مضاف وكمية ٩٠ مل / كجم من وزن جسم / يوم يمكن أن تزاد في الأيام القليلة التالية. وفي نفس الوقت يتم تكرار التغذية إلى كل ٤ ساعات. وبتحسن شهية الطفل يضاف الغذاء الثابت المحلي إلى الوجبات لإضافة مصدر جديد للطاقة. وقد يحتاج الأمر إلى إضافة فيتامينات خاصة أ ، د وحمض الفوليك وبعض فيتامينات ب والمعادن الآثار.

وبعد الطور الحاد من المرض يحتاج الأطفال إلى عدة أسابيع من التغذية الخاصة وبعض المراعاة. وكذلك تعلم الأمهات إستخدام الغذاء المحلي والطبخ ونظام التغذية وتحضير أغذية الفطام المناسبة للأطفال وكيفية معالجة الإسهال.

المنع

نظراً للأسباب المتعددة للمرض فمنعه لايمكن أن يتحقق خلال طرق طبية أو تغذوية فقط فالمسائل السياسية والإقتصادية والزراعية ضرورية والفطام من أهم الأشياء ويجب تغذية الأطفال أربع مرات على الأقل في اليوم.

التكهن prognosis

التكهن بحالات الكواشيوركور الشديدة يتوقف على ظروف المعيشة الخاصة بما يشمل الصحة والتى قد تؤدى إلى عدوى شديدة وتعقيدات مثل فشل القلب وعلى التسهيلات المتاحة لمعالجة الطفل المريض وكذلك الظروف التى سيعود إليها الطفل بعد العلاج مهمة جداً. والتكهن عادة غير مرغوب وتبلغ معدلات الموت مابين ١٠ ، ٢٥٪ لحالات الكواشيوركور الشديدة.

جدول (١): مختصر علاج سوء التغذية بروتين-طاقة.

غرض العلاج	العلاج
التعقيدات	
الجفاف	بلازما ٢٠مل/كجم إنخفاض حجم الدم hypocolaemia ومحلول دارو Darrow على ٥٠-١٠٠مل/كجم كل ٦ ساعات ويتبعها ١٠٠-١٥٠ مل/كجم/يوم للمحافظة.
الإضطراب الاليكتروليتى	البوتاسيوم: ٦ مللى جزىء/كجم/يوم. الكالسيوم: ٣ مجم/يوم. المغنيسيوم: ٢-٣ مللى جزىء/كجم/يوم.
إنخفاض الجلوكوز فى الدم	دكستروز ٥٠٪، ١مل/كجم فى الوريد ثم ١٠٪ محلول دكستروز فى الوريد للمحافظة.
العدوى	مضادات حيوية تشمل موجب لجرام وسالب له مثل البنيسيلين ٢٥٠٠٠ - ٥٠٠٠٠ وحدة /كجم/يوم مقسمة فى جرعات أربع فى الوريد أو فى العضل أو بالفم، الكاناميسين ٥-١٥مجم/كجم/ يوم فى جرعات مرتين أو ثلاثة فى العضل.
نقص المغذيات	إبتداء تغذية صغيرة متعددة مثل محلول دارو نصف القوة فى جرعة من ٩٠ مل / كجم/يوم فى تغذيات مقسمة ثمانى مرات لمدة ٢٤ ساعة ثم لبن كامل (٩٠ مل / كجم/يوم) تزاد إلى ١٥٠مل /كجم/يوم على مدى ٢-٣ أيام. حبوب الإفطار وأغذية أخرى بعد التحسن. فيتامين أ: ٣٣٠٠٠ ميكروجرام فى العضل عند إدخاله المستشفى ثم ٥٠٠٠ ميكروجرام بالفم كل يوم. فيتامين ك: ٥مجم فى الوريد أو العضل عند إدخال المستشفى. فيتامين د: ١٠ ميكروجرام / يوم. كبريتات حديدوز: ٥ مجم/ كجم/ يوم بعد التحسن فى الحالة العامة. حمض فوليك: ٥ مجم/ يوم لمدة ١٠ أيام.

(Macrae)

كوبالامينات cobalamins

أنظر: فيتامين ب$_{١٢}$

كوبلت cobalt

الكوبلت يوجد في قشرة الأرض وشكله فضي مع زرقه وهو أصلب من الحديد كثيراً وله مشابه واحد يوجد طبيعياً كو^{٥٩} ولكن هذا يمكن تحويله إلى المشع كو^{٦٠} بالمعاملة بنيوترونات حرارية وهذا له نصف عمر ٥,٢٧١ سنة ويتحلــــــل إلى غير مشع نك^{٦٠} ^{60}Ni. والمشابه المشع كو^{٦٠} يستخدم طبياً في علاج السرطان وفي الأبحاث وكو^{٥٧} يستخدم في تقدير فيتامين ب$_{١٢}$ بواسطة تخفيف المشابه المشع radioisotope dilution وهو كالحديد عنصر حديدومغناطيسي ferromagnetic ولكنه أقل تفاعلاً كيماوياً. وهو ثابت للأكسجين وحالات الأكسدة الأكثر هي +٢ ، +٣ ولكن لأن الأخير عامل أكسدة قوى فهو يتهدم بسرعة في المحاليل المائية مع إنتاج أكسجين. وكو$^{٣+}$ يكون عدداً كبيراً من معقدات متناسقة coordination خاصة مع معطيات ربيطات النتروجين nitrogen donor ligand وهذا هام في دورة البيولوجي كمكون تركيبي لفيتامين ب$_{١٢}$. وهذا التركيب يتميز بحلقة "كورين corrin" حيث الكوبلت منسق coordinated إلى أربع ذرات نتروجين متحدة المستوى coplanar مع ذرة نتروجين أخرى (أميدازول) في الموقع الخامس. والموقع السادس يجعل فيتامين ب$_{١٢}$ فريد حيث هنا الكوبلت يرتبط بالكربون مما يجعله الفيتامين الوحيد العضوي المعدني الموجود طبيعياً.

وإدخال الكوبلت في حلقة كورين يؤثر على الإختزال ويعطيه حالات الأكسدة الثلاث المتتابعة الظاهرة في المعادلة "١"

فيتامين ب$_{١٢}$ (كو$^{٣+}$) ⇌ (ص ب يد$_{٤}$، يد$^{+}$ / أ$_{٢}$) فيتامين ب$_{١٢}$ع (كو$^{٢+}$) ⇌ (ص ب يد$_{٤}$، أيد$^{-}$ / أ$_{٢}$) فيتامين ب$_{١٢}$ت (كو$^{+}$) (١)

أحمر — بني — أزرق-رمادي-أخضر

والنوع كو$^{+}$ المختزل مركب عالي التفاعل ويمكنه تحرير الأيدروجين من الماء. وكلاً من فيتامين ب$_{١٢}$ع B_{12r} وفيتامين ب$_{١٢}$ت B_{12s} عرضة جداً لوجود الهواء ويؤكسدان لحظياً إلى المركب كو$^{٣+}$ الكوبالامين cobalamin. والموقع المنسق السادس حرج في دوره البيولوجي لفيتامين ب$_{١٢}$ والذي يعمل كحامل أيدروجين في تفاعلات الإستبدال من النوع المبين في المعادلة "٢"

—ك(يد)(—)—ك(ر)(—)— ⇌ —ك(ر)(—)—ك(يد)(—)— (٢)

التركيز في الغذاء

الكوبلت مثل المعادن الآثار الأخرى يميل إلى أن يكون مركزاً في النباتات حيث الأجزاء النامية الصغيرة من الأوراق الخضراء بها أعلا تركيز.

والتركيز يميل إلى أن يكون أقل في السيقان والجذور والدرنات والحبوب ويميل إلى الإختفاء بالقرب من النضج. وهناك فرق كبير بين تركيزات الكوبلت في الأغذية العادية والمستويات السامة وهي حوالي ٢٥٠ - ٣٠٠مجم/كجم أي أكثر من ١٠٠٠ مرة تركيزات الغذاء العادية.

ويوجد الكوبلت في تركيزات منخفضة جدا في سوائل الجسم وأنسجته حيث المحتوى الكلي لجسم الإنسان البالغ حوالي <١,٥ مجم، مع الكبد والقلب والعظام تحتوى أعلا التركيزات.

ويختلف الكوبلت عن كل العناصر الآثار الضرورية في أن الجسم يحتاجه في شكل مركب سابق التركيب - فيتامين ب١٢ - بينما المعادن الأخرى مطلوبة في شكل أيوني ثم تحول إلى النوع الأيضي النشط. والحيوانات والإنسان لايستطيعون تخليق فيتامين ب١٢ وهذه المقدرة توجد فقط في بعض البكتيريا والطحالب وهذه توجد في المجترات حيث إذا وجد أملاح كافية من الكوبلت (<٠,١ مجم / كجم مادة جافة) يخلق فيتامين ب١٢ في المعدة الأولى rumen ثم يمتص في الأمعاء. ويحصل الإنسان على فيتامين ب١٢ الضروري من خلال إستهلاك الأغذية الحيوانية.

وذرة الكوبلت في فيتامين ب١٢ تحفز التفاعلات لقريني الإنزيم ب١٢ - أدينوسيل كوبالامين ، ميثيل كوبالامين - وهما عاملان ضروريان في نشاط ميوتاز الميثيل-مالونيل قرين إنزيم أ methyl-malonyl-coenzyme A mutase وسينثتاز الميثيونين methionine synthetase. والطبيعة الفريدة في رابطة كوبلت-كربون في الأدينوسيل كوبالامين adenosylcobalamin تعني أنها تستطيع عمل شق متناسق homolytic عكسي مع إنتاج شقوق حرة والتي تثبتها ذرة الكوبلت. وهذا يسمح بتركيب داخل الجزيء. والميثيل كوبالامين له رابطة كوبلت-كربون مماثلة والتي تشترك في تخليق الميثيونين methionine. والآلية لم يتم معرفتها بعد ولكن يعتقد أن فيتامين ب١٢ن B12s (في شكل كو+) يشترك حيث يستطيع أجراء تفاعلات إضافة وإستبدال سريعة. ومن مصادره أوراق الخضر الخضراء (٠,٠٥ - ٠,٦ مجم/كجم) والكبد والكلاوي (٠,١٥ - ٠,٢٥مجم/كجم).

(Macrae)

كأس

كوسة squash/zacchini

أنظر: قرع

كولا/جوز الزنج cola/kola

الإسم العلمي: *Cola accuminata*, *Cola nitida*

الفصيلة/العائلة: برازيات Sterculiaceae

بعض أوصاف

لها أوراق متبادلة غير مقسمة مفصصة أو غير مفصصة والأزهار وحيدة الجنس أو مختلطة (وحيدة الجنس أو ثنائية الجنس على نفس الشجرة). والثمار لها شكل نجوم تقريبا جلدية أو خشبية ولها قرن وتحتوي ثمانية بذور. وهي *C. accuminata* و *C. nitida* من ضمن ١٢٠ نوعا. وهي مستديمة

الخضـرة تصـل إلى ٤٠ – ٦٠ قدمـاً فـى الطـول والبذور لها رائحة الورد. (Everett)

وبالبذور منشطان: الكافيين والثيوبرومين.

وتستخدم مع كثير مـن المشـروبات الخفيفـة وفـى تلويـن وتنكيـة بعـض أنـواع النبيـذ والمشـروبات والكريمة. وهى تمضغ لإزالة الجوع والتعب. (Ensminger)

والطعم فى الأول مر ثم يصبح حلواً.

ويمكـن تحضـير شـراب منـها بسـحقها إلى مسـحوق وغليها. (Stobart)

كولاجين colagen

أنظر: لحم

كولايا/كلاجة
quillaja/soap-bark tree

الإسم العلمى *Quillaja saponaria*

الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae

بعض أوصاف

دائمة الخضرة وقليلتها وأوراقها غير مقسمة جلدية سميكة والأزهار إما وحيدة أو فى الأكثر ٣-٥ طرفية عنقودية من الإبط والثمار تتكون من خمس قرون جلدية متصلة عند القاعدة والشجرة قد تصل إلى ٦٠ قدم فى الإرتفاع. (Everett)

واللحاء الداخلى الجاف يحتوى حمض الكيلايك quillaic والكيلاجاسـابونين quillagasaponin والسكروز والتانين وهو يستخدم فـى إنتاج الصابون ولإنتـاج رغـاوى فـى مختلـف المنتجـات. وقـد تم الموافقة عليها كمنكه طبيعى يمكـن إستخدامه فى الأغذية. (Ensminger)

كولتى/جرام مدراس
horse gram/Madras gram/kulth

الإسم العلمى

Macrotyloma uniflorum [Lam.] Verde

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminoseae

إسـتخدام البـذور الجافـة للكولتـى قليـل ولكنـها تستخدم منبتـة فى الهنـد. والتكويـن الكيمـاوى: بها ٢٣,٦٪ بروتين و ١,٣٦٪ دهـن و ٥,٣٪ ألياف خـام، ٣,٣٪ رماد أما النشـا فلم يذكر. والبـذرة تتكـون من غطاء البذرة والفلقتين والجنين وغطاء البذرة يمثـل ١٣,٧٪ من البذرة الكاملة للكولتى وهـى تحتـوى على كميات جوهرية من الألياف الخام والكالسيوم بينمـا الجنين غنـى فـى البروتينـات والدهـون وبـه ٥٩,١٪ كربوايدرات.

البروتينات

بـالكولتى ٢٣,٦٪ بروتين ، ١٢,٠ – ١٩,٦٪ نتروجين غـير بروتينـى. وقـد وجـد أن ١٠٪ ص كـل و ٠,٥٪ ص,ك أ, إسـتخرجت ٩٨٪ مـن بروتينـات الكولتـى وإنه عندما أستخرجت البروتينـات بواسطة ص,ك أ, ٠,٥٪ فـى منظـم فوسـفات علـى جـ يـد ٧,٥ أمكـن إستخلاص ٨٢٪ مـن البروتينات. وقد وجد أن أقل نقطة فى ذوبان البروتين هى جـ يـد ٤,٠ وأن الذوبـان زاد مع زيادة رقم جـ يـد وكذلـك نقصـان جـ يـد عـن ٤,٠ زاد من ذوبان البروتين.

كما كان لها قدرة إمتصاص ماء (جم/جم) ٢,٠ وقدره إمتصاص زيت (جم/جم) ٢,٠ ومقدرة إرغاء (٪ زيادة الحجم) ٢٣,٦.

كما كان لها بروفيل أحماض أمينية ضرورية كالآتي: أرجينين ٨,٨ والهستيدين ٣,١٥ والليسين ٨,٦٣ والتربتوفان ١,١٦ والفينيل ألانين ٦,٣١ والميثيونين ١,١٦ والسستئين ١,٩٦ والثريونين ٣,٨٢ واللوسين ٨,٩٦ والأيزولوسين ٦,١٤ والفالين ٦,٤٧.

الدهون lipids

الكولتي بها ٢,٢ - ٢,٣٦٪ دهن وأن أحماض البالمتيك والاستياريك كونتا ٢٨,٨ وكانت نسبتهما ٢٧,١٪ ، ١,٧٠٪ بالتتابع وأن الأحماض غير المشبعة كونت ٧١,٢٠ وكان الأولييك ١٣,٠٪ ، واللينوليك ٤٤,٥٥٪ واللينولينيك ١٥,٦٥٪.

المعادن minerals

إحتوت الكولتي على (مجم/١٠٠جم): ٣١٠ فسفور، ١٧٢ مغنيسيوم، ١٠٥ كالسيوم، ١١,٩ حديد، ١,٥ منجنيز، ٥,٥ نحاس، ٣,٤ خارصين، ٣٧,٣ صوديوم. ومثل فسفور الفيتات ٥٧٪ من الفسفور الكلي وكان الحديد عالياً وأعلا من أي بقول اخرى أما الصوديوم فقد كان منخفضاً.

وتحتوي الكولتي على كميات جوهرية من عديد الفينولات وحمض الفيتيك.

الفيتامينات vitamins

تحتوي الكولتي على ٧١ ميكروجرام من الكاروتين، ٠,٤٢ مجم ثيامين، ٠,٢٠ مجم ريبوفلافين، ١,٥ مجم نياسين.

العوامل المضادة للتغذية antinutritional factors

تحتوي الكولتي على مثبط التربسين أعلا من الحمص وغيره من البقوليات وأن الإنبات والطبخ يخفضان مثبط التربسين وأن الحرارة الرطبة بالمعاملة في المعقم على ١٢٠°م و ١٥ رطل على البوصة للدقيق والبذور الكاملة ثبطت مثبط التربسين في ١٠ق بينما المعاملة الحرارية الجافة للدقيق على ٨٠، ١٠٠°م لم تؤثر عليه لمدة ٦٠ق. وقد عُزِيَ ثبات مثبط التربسين على الحرارة الجافة إلى صغر حجم الجزيء وبساطة التركيب.

ملززات الدم hemagglutinins

ملززات الدم تعطل النمو في الفئران عندما تعطى من الفم. ويمكن هدم سمية ملززات الدم هذه بالحرارة الرطبة. كما أن إنبات الكولتي أنقص نشاط ملززات الدم جوهرياً على ٧٢ ساعة.

عديد الفينولات polyphenols

تحتوي الكولتي على ١,٦ عديد فينول وهي فيه أعلا من كثير من البقوليات الأخرى.

حمض الفيتيك phytic acid

يحتوي الكولتي على ٠,٦٦٪ حمض فيتيك.

بضع السكريات oligosaccharides

يوجد بالكولتي الرافينوز والاستاكيوز والفرباسكوز بنسب ٠,٧، ٢,٠ و ٣,١٪ بالتتابع كما ذكر أن الكولتي يثبط α-أميلاز.

المعاملة processing

يستهلك الكولتى كبذرة كاملة ومنبتة وكجريش كامل وإزالة القشرة يحسن نسبة كفاءة البروتين والهضمية ويقلل من وقت طبخ الدال dhal من ساعتين إلى ٣٠ق. كما أن نمو الفئران ونسبة كفاءة البروتين وهضمية البروتين للدال المطبوخ كانت أعلا منها للبذور الكاملة المطبوخة.

الإنبات germination

فى البقول تتحسن القيمة الغذائية بالإنبات فتزيد نسبة الريبوفلافين والنياسين والثيامين وغيرها من فيتامينات ب وكذلك حمض الأسكوربيك ويزيد الفسفور غير العضوى نتيجة تحلمؤ حمض الفيتيك مع ملاحظة أن المعادن عامة يقل مقدارها بالإنبات عن البذور الأصلية.

البروتينات والأحماض الأمينية أثناء الإنبات: لايوجد تغير يذكر فى البروتين أثناء الإنبات ولكن زادت الأحماض الأمينية الحرة كما زادت هضمية البروتين فى الزجاج *in vitro* أثناء الإنبات. وقد وجد أن الكولتى المنبتة مقواة بلبن فرز ، ٠,٥٪ ميثيونين أعطت نسبة كفاءة بروتين ٢,٩٧ وأنها أعطت الفئران نمواً أحسن وزاد وزن الكبد.

النشا والسكريات المختزلة فى الإنبات: ينتج الإنبات إنزيمات محلمنة تكسر النشا إلى سكر ولذا نقصت كمية النشا مع زيادة مدة الإنبات وزادت السكريات المختزلة وزادت هضمية النشا بزيادة المدة من صفر إلى ٣٦ ساعة إنبات.

المعادن minerals: تحتوى الكولتى على ٥٧٪ من فوسفور الفيتات وعند ٤٨ ساعة إنبات كانت نسبة فوسفور الفيتات ٢٠٪ فقط ونقص الكالسيوم من ٩٢ إلى ٨٢ بعد ٤٨ ساعة إنبات وزاد المغنيسيوم من ٨٠ إلى ٩٢ فى نفس المدة ولم يتأثر الحديد ولا المنجنيز ولا الخارصين.

الفينولات العديدة polyphenols: نقصت الفينولات العديدة من ١,٦٪ إلى ١,١٪ بعد ٤٨ ساعة إنبات.

مثبط التربسين ونشاط ملززات الدم: نشاط مثبط التربسين كان عالياً فى الكولتى ولكن النقع أنقص هذا النشاط بمقدار ٥٠٪ وإن كان الإنبات لم يؤثر على هذا النشاط ونقص نشاط ملززات الدم بعد ٧٢ ساعة إنبات ولم يوجد أى نشاط فى العينات التى طبخت.

الطبخ

البذور الخام raw seeds: البذور الخام للكولتى لها جودة طبيخ فقيرة ولذا فإستهلاكها قليل ولكن إزالة القشرة وتحضير الدال ينقص وقت الطبخ كثيراً. وقد نقعت البقول فى محلول ١,٥ بيكربونات الصوديوم، ٠,٥٪ كربونات صوديوم ، ٢,٥٪ كلوريد صوديوم ، ١٪ عديد فوسفات الصوديوم فأنقص المحلول زمن الطبخ من ١٤٥ إلى ٢٧ق كما حسن هضمية البروتين فى الزجاج *in vitro* من ٦٩ إلى ٧٨٪، كما أن محتوى عديد الفينول كان أقل بمقدار ٣٥٪.

البذور المنبتة germinated seeds: تحسنت هضمية النشا بالإنبات كما أنقص الطبخ فسفور الفيتات فى كل من البذور المنبتة وغير المنبتة كما تحسنت إتاحة الحديد والكالسيوم ونقص عديد

الفينول (كحمض تانيك) من ٢٠ إلى ٢٥٪ عند طبخ البذور المنبتة. كذلك الطبخ فى ماء مقطر والتحمير فى الزيت أنقص محتوى عديد الفينول من ١,٦٠ إلى ١,٠ بعد الطبخ لمدة ٨٠ ق من غير إنبات، وبعد ٢٤ ساعة إنبات نقصت من ١,٢٠ إلى ٠,٩٣ بعد الطبخ لمدة ١٠ ق فى ماء يغلى أو التحمير لمدة ٦ ق. وبعد الإنبات لمدة ٣٦ ساعة والطبخ فى ماء يغلى لمدة ١٥ ق نقصت من ١,٢٥ إلى ٠,٩٠ وبعد التحمير لمدة ٧ ق نقصت إلى ١,٠٠.

التحميص roasting

لم تنقص الأحماض الأمينية بالتحميص وتحسن نمو الفئران ونسبة كفاءة البروتين والهضمية (الجدول ١) بالنسبة للقيم التى حصل عليها مع الكولتى المطبوخة.

الإستخدام utilization

تستخدم البذور كاملة غالباً كعلف للحيوان وإن استخدمت أحياناً غذاء للإنسان فى الهند فالبذور المعاملة والمنبتة تطبخ وتحمر فى الزيت أو يحضر منها كرى curry كما تخلط مع دقيق الحبوب وتحسن معدل النمو وكفاءة البروتين بمقدار ٤ - ٥٪ من دقيق الكولتى (كاملاً أو دال) مع دقيق السمسم المخلوط.

الجريش الكامل whole meal

تحضر شوربة سميكة من جريش الكولتى بإضافة جريش إلى ماء يغلى مع التقليب المستمر ويغلى لبضع دقائق لتحضير تقن slurry سميك ويضاف ملح للناتج ويستعمل فى علاج الكحة والتهاب الرئة

جدول (١): تأثير التقشير والتحميص على الكولتى.

الغذاء	كَسْب الوزن (جم/٤ أسابيع)	نسبة كفاءة البروتين	الهضمية الظاهرية
البذرة الكاملة (المطبوخة)	٢٤,١	١,٠٤	٦٥,٤
الدال dhal	٤٨,١	١,٨٦	٧٣,٦
الكولتى محمصاً	٤٣,٩	١,٦٤	٧٣,٤

٨ فئران فى المجموعة ذكور، ومستوى البروتين فى الغذاء ١٠٪.

الدال dhal

ينقع الدال فى ماء لمدة ٣٠ - ٦٠ ق ثم يحمر فى زيت بعد تتبيله بالكركم والبصل ثم يضاف مسحوق التشيلى والملح ويستهلك كخضار.

المنبتات sprouts

تنقع البذور فى الماء طول الليل ويسمح لها بالإنبات لمدة ٢٥ ساعة فى قماش موسلين وهذه البذور المنبتة إما تستخدم فى عمل كرى أو تحمر فى زيت مع بصل ومسحوق التشيلى وتؤكل كخضار.

الإستخدامات الطبية medical uses

كما سبق ذكره تستخدم الشوربة فى علاج الكحة والتهاب الرئة كما تستخدم فى جنوب الهند لتنظيم العادة الشهرية كما أنه يوصى بها فى حالات الفشل

الكلوى وتستخدم أيضاً كقابض ومدر للبول ومقوى.
(Kadam & Salunkhe)

كوليسترول cholesterol

الكوليسترول ستيرول يوجد فى الدهن والزيوت الحيوانية والصفراء وحصاوى الصفراء والأنسجة العصبية والدم والمخ والبلازما وصفار البيض كما يوجد بكميات آثار فى الدهون والزيوت النباتية وحشائش البحر والأوراق الخضراء.

التركيب structure

الهيكل الكربونى الأساسى لجزيىء الكوليسترول هو بيرهيدروفينانثرين حلقى خماسى cyclopentanoperhydrophenanthrene كما فى الصورة (١). ومجموعة الأيدروكسيل فى ك٣ موصلة برابطة "صلبة solid" (تهيئة β β-orientation) والأيدروجين موصل برابطة منقطة (تهيئة α α-orientation). والذرات المتصلة بروابط صلبة (تهيئة β) تعتبر خارجة على مستوى حلقة الاستيرول وتلك المرتبطة بروابط منقطة (تهيئة α) تقع خلف مستوى الحلقة. ووزنه الجزيئى ٣٨٤,٦٤ والإسم الكيماوى الرسمى للجزىء كوليست -٥-إن-٣β-أول cholest-5-en-3β-ol . ولأن نواة الكوليسترول تحتوى ثمانية مراكز من اللاتماثل asymmetry فهناك تقريباً ٢٤٠ مشابه ولكن ذرتان فقط ك٣ ، ك٥ تشتركان فى مشابهات الكوليسترول الطبيعية.

صورة (١): تركيب β-كوليسترول مظهراً أرقام ذرات الكربون.

الخواص الكيماوية
chemical characteristics

الكوليسترول مادة متلألئة بيضاء صابونية تكاد لاتذوب فى الماء (حوالى ٠,٢ مجم/١٠٠مل) وهى دائبة قليلاً فى الكحول (١,٢٩٪ وزن/وزن على ٢٠°م) وأكثر ذوباناً فى الكحول الساخن (١٠٠ جم من محلول ٩٦٪ مشبع تحتوى ٢٥جم كوليسترول على ٨٠°م) وجرام واحد من الكوليسترول يذوب فى ٢,٨ مل إيثير أو ٤,٥ مل كلوروفورم أو ١,٥ مل بيريدين كما يذوب فى البنزين والهكسان والإيثير البترولى والزيوت والدهون والمحاليل المائية لأملاح الصفراء. وهو يتبلر بسهولة من الكحول

المطلق وحمض الخليك والإيثير والمذيبات المشابهة كألواح معينية rhombic عديمة اللون مع واحد أو أكثر من ثلم notch فى الأركان. ولأنه يحتوى على رابطة غير مشبعة فهو يأخذ هالوجينين والكوليسترول لايتصبن.

والكوليسترول يعطى تفاعلات لونية فتفاعل سالكلوفسكى Salkowski يعطى سلسلة من الألوان عندما يكون محلول الكلوروفورم من كوليسترول طبقات فوق حمض الكبريتيك المركز. والحمض يأخذ اللون الأصفر مع خضرة مستشعة بينما طبقة الكلوروفورم تصبح أولاً حمراء مزرقة ثم تتحول تدريجياً إلى حمراء-بنفسجية وإذا صففت طبقة الكلوروفورم على طبق تبخير بورسلان فهى تتغير من بنفسجى-أحمر إلى بنفسجى إلى أخضر وأخيراً إلى أصفر. وتفاعل آخر هو تفاعل ليبرمان-برشارد Liebermann-Burchard reaction ويتكون من إضافة أنذريد الخليك وحمض كبريتيك مركز (تحت ظروف غير مائية بقدر الإمكان) إلى محلول كلوروفورم للكوليسترول وينتج عنه أولاً لون أزرق ثم بنفسجى يتغير إلى أخضر زمردى emerald. وتحت ظروف مضبوطة بعناية فإن شدة اللون الأخضر الناتج تتناسب مع كمية الكوليسترول الموجود.

والكوليسترول الحر يتحد بالديجيتونين digitonin - وهو صابونين جليكوسيدى - ليكون ديجيتونايد الكوليسترول، واسترات الكوليسترول لاتكون مثل هذه المركبات. وديجيتونايد الكوليسترول غير ذائب فى الإيثير البترولى بينما استرات الكوليسترول حرة الذوبان فى الإيثير البترولى وهذا الإختلاف فى الذوبان ينفع لإختبار الكوليسترول وصفياً وكمياً ضد الكوليسترول المؤستر.

ونقطة إنصهار الكوليسترول المنقى بإعادة التبلر من حمض الخليك كانت ١٤٩,٥ - ١٥٠,٠°م وإن أعتبر أن ١٤٩,٣ - ١٥١,٣°م مقبولة بينما دليل مرك Merck index يبين أن نقطة إنصهار الكوليسترول غير المائى هى ١٤٨,٥°م ونقطة غليانه ٢٣٣°م على ٠,٥ مم زلبق و ٣٦٠°م على ١ جوى (٧٦٠ مم زلبق) وعلى ٣٦٠°م يحدث بعض التهدم.

الإمتصاص والوظيفة والأيض

absorption, function & metabolism

الكوليسترول من أكثر المركبات إنتشاراً فى الجسم وهو مكون تركيبى لكل خلية وهو يمثل فى الإنسان ٠,٢٪ من وزن الجسم. والكوليسترول الموجود فى الأمعاء يأتى أساساً من ثلاثة مصادر: الغذاء والذى يعطى ٣٠٠ - ٤٠٠ مجم فى الشخص المتوسط والصفراء والتى تعطى ٧٥٠ - ١٢٥٠ مجم يومياً وجدار الأمعاء والذى مساهمته بسيطة. والكوليسترول الصفراوى يأتى من التخليق الكبدى والذى يبلغ ٩ - ١٣ مجم/كجم من وزن الجسم فى اليوم. وعموماً فإن كمية الكوليسترول الممتصة تتراوح مابين ٣٠-٦٠٪.

الإمتصاص absorption

يدخل الدهن بما فيه الكوليسترول الأمعاء الصغيرة كمستحلَب خشن وفى الإثنى عشر يعمل العصير البنكرياتى والصفراء على هذا المستحلَب الخشن. والأول يحتوى على إنزيمين كل له تخصصه فواحد هو الليباز البنكرياتى يعمل على مكونات الجليسريدات الثلاثية ليشق منها الأحماض الدهنية

عند المواقع ١-، ٣- لإعطاء ٢-أحادى الجليسريد.
أما الثانى فهو فوسفوليباز أ phospholipase A والذى يزيل الحمض الدهنى فى الموقع -٢ من الفوسفوليبيدات لإعطاء ليسوليسيثين lysolecithin وهذا منظف detergent قوى والصفراء تحتوى أملاح الصفراء (أميدات أملاح الصفراء) وهى مستحلبات قوية وهى ذات نشاط سطحى بمعنى أنها تذوب فى الماء والدهون. وفى الماء تحت الظروف المناسبة فهى تكون لحظياً تجمعات صغيرة عالية الشحنة تسمى تجمع غروى لجزيئات/مُذَيْلَة micelles. وهذه المذيلات تذيب الدهون القطبية والجليسريدات الأحادية والفوسفوليبيدات لإنتاج مُذَيّلات غروية لجزيئات مختلطة. وهذه المذيلات المختلطة لها القدرة على إدخال كميات كبيرة من الليبيدات غير الذائبة مثل الأحماض الدهنية أو الكوليسترول الحر. والطريق الرئيسى لإمتصاص الدهون هو عن طريق محاليل التجمعات الغروية/ للمذيلات. ومذيلة الدهن فى الإنسان تحتوى ١ جزىء من حمض الصفراء وتحتوى أيضاً على ١,٤٠ جزىء من حمض دهنى و٠,١٥ جزىء من الليسوليثين و٠,٠٦ جزىء من الكوليسترول.
والطريق الذى يدخل به تجمع غروى لجزيئات/مذيلة فى الغشاء المخاطى للأمعاء غير معروف ولكن الكوليسترول الذى يصل الغشاء المخاطى يختلط مع ما قد يكون موجوداً فيه ويعطى (≤ ٨٠٪) إذا أعيدت أسترته (عادة مع حمض الأولييك) ويطلق داخل اللنف.
ويمكن تلخيص الخطوات الداخلة فى إمتصاص الكوليسترول فى:

١- كوليسترول الغذاء الحر والمؤستر يدخل إلى الإثنى عشر كمستحلب خشن ومعظم كوليسترول الغذاء غير مؤستر ولكن بعض المصادر مثل الكبد قد تحتوى كميات من استر الكوليسترول.
٢- الكوليسترول فى الغذاء يختلط مع الكوليسترول الداخلى والكوليسترول المؤستر يتحلماً.
٣- يتكون تجمع غروى لجزيئات/مذيلة من كوليسترول حر وحمض صفراء أو ملح صفراء وليسوليسيثين وأحادى الجليسريد.
٤- الكوليسترول فى التجمع الغروى لجزيئات/مذيلة يدخل الخلية حيث يختلط بالكوليسترول الداخلى.
٥- الكوليسترول الموجود فى خلايا الغشاء المخاطى يتأستر ويطلق فى اللنف.

النقل transport

الكوليسترول والدهون الأخرى تنقل فى البلازما كجزء من تسلسل معقدات دهن-بروتين الذى عندما يتميىء له كثافة أقل من ١,٢١٠ جم/مل. وبروتينات البلازما الأخرى والتى لها وظائف نقل أقل مايمكن تظهر كثافة مميأة حوالى ١,٣٣ جم/مل. وهذه الجزيئات والتى تسمى ليبوبروتينات يمكن أن تفصل وتقسم بالإستشراد الكهربى أو بمعدل طفوها فى جهاز الطرد المركزى فائق الدقة ultracentrifuge أو بطرق كروماتوجرافيا العمود. وفى معظم المعامل يتم الترسيب السريع لليبوبروتين عالى الكثافة (ل.ع.ك

HDL) بواسطة الهيبارين أو كبريتات الدكستران أو حمض الفوسفوتنجستيك.

ونقيطات اللنف الدهني/الدقائق الكيلوسية chylomicrons والتي تطلق في اللنف تحتوي أولاً على جليسريدات ثلاثية مع كميات صغيرة من الكوليسترول والفوسفوليبيد والبروتين وبازدياد كثافة الليبوبروتينات يتغير تكوينها مع فقد الجليسريدات الثلاثية وزيادة مصاحبة في الكوليسترول والبروتين (جداول ١، ٣).

ونقيطات اللنف الدهني/الدقائق الكيلوسية تبرز من الأحشاء وفي مركزها تغلب الجليسريدات الثلاثية وتحمل أبوبروتينات (أبو.ب ApoB) وأبو.ج ApoC في غشائهما. وتحصل على زيادة من أبو.ج ApoC من ل.ع.ك HDL وتفقد بعض جليسريداتها الثلاثية وتصبح جسيمات ليبوبروتين منخفض الكثافة جداً (ل.خ.ك.ج VLDL). وليباز الليبوبروتين يزيل زيادة من الجليسريدات الثلاثية من ل.ح.ك.ج VLDL ليكون ليبوبروتين متوسط الكثافة (ل.و.ك IDL) وأثناء تكوين ل.و.ك IDL فإن معظم الـ أبو.ج ApoC يطلق و أبو.هـ ApoE يوخذ من ل.ع.ك HDL. ويهدم ل.و.ك IDL في الكبد أو يحول إلى ل.خ.ك LDL مع فقد أبو.ج ApoC و أبو.هـ ApoE. ويفرز ل.ع.ك HDL كجزيء قرصي الشكل تقريباً غني في أبو.أ ApoA وأبو.هـ ApoE. و ل.ع.ك HDL المولود حديثاً يحول إلى شكل دائر circulating من ل.ع.ك HDL بواسطة إنزيم ناقل الأسايل ليسيثين-كوليسترول (ن.أ.ل.ك LCAT) ليعطي بلازما ل.ع.ك HDL مع مركز من إستر الكوليسترول ويحمل أبو.أ ApoA و أبو.ج ApoC و أبو.هـ ApoE. وتعمل جسيمات ل.ع.ك HDL كخزانات لـ أبو.ج ApoC و أبو.هـ ApoE والتي يعاد دورانها في أيض أنواع الليبوبروتينات الغنية في الجليسريدات الثلاثية. و ل.ع.ك HDL و ل.خ.ك LDL و ل.و.ك IDL كلها تهدم بواسطة الكبد أو بواسطة أنسجة طرفية. و ن.أ.ل.ك LCAT هو إنزيم يؤستر الكوليسترول الحر مع الحمض الدهني في الموقع -٢ من الليسيثين (الصورة ١).

ومعظم الكوليسترول في البلازما يحمل في ل.خ.ك LDL ووجد أن تركيز ل.خ.ك LDL (أو الكوليسترول) في البلازما مرتبط إرتباطاً إيجابياً مع خطر مرض القلب التاجي/داء القلب الأكليلي (م.ق.ت CHD) وطريق المستقبل ل.خ.ك LDL يرتبط بمستقبلات متخصصة توجد على غشاء الخلية والتي تتعرف على أبو.ب ApoB. وجسيم ل.خ.ك يدخل ويهدم في الليسوزومات مع إطلاق الكوليسترول والكوليسترول المطلق في هذه العملية ينظم إنتاج مستقبلات جديدة وكذلك يكبح تخليق الإنزيم المحدد لمعدل تخليق الكوليسترول، ردكتاز-β٣-أيدروكسي-٣-ميثيل جلوتاريل-قرأ 3β-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase (ردكتاز أ.م.ج قرأ HMG-CoA reductase). والظروف الوراثية وغيرها من العوامل (غذائية وفيزيقية ودوائية pharmacological) والتي تؤثر على طريق المستقبل تؤدي إلى مستويات كوليسترول بلازما مرتفعة.

جدول (١): الخواص الطبيعية لليبوبروتينات بلازما الإنسان العادى.

قسم الليبوبروتين	الكثافة (جم/مل)	الوزن الجزيئى (دالتون × $١٠^{-٦}$)	القطر (A° أ)	حركة الإستشراد الكهربى
نقيطات اللنف الدهنى / الدقائق الكيلوسية	٠,٩٥>	$١٠^{٣}$ – $١٠^{٤}$	$١٠^{٣}$–$١٠^{٤}$	الأصل
ل.خ.ك.ج	٠,٩٥–١,٠٠٦	٥	٢٥٠–٧٥٠	قبل β
ل.و.ك	١,٠٠٦–١,٠١٩	٤,٥	٢٥٠	قبل $β_1$
ل.خ.ك	١.٠١٩–١,٠٦٣	٢	٢٠٠–٢٥٠	β
ل.ع.ك٢	١,٠٦٣–١,١٢٠	٠,٣٩	٧٠–١٢٠	$α_1$
ل.ع.ك٣	١,١٢٠–١,٢١٠	٠,١٩	٥٠–١٠٠	$α_1$

ل.خ.ك.ج = بروتين منخفض الكثافة جدا VLDL ، ل.و.ك: بروتين متوسط الكثافة IDL ، ل خ ك: ليبوبروتين منخفض الكثافة LDL ، ل.ع.ك: بروتين عالى الكثافة HDL.

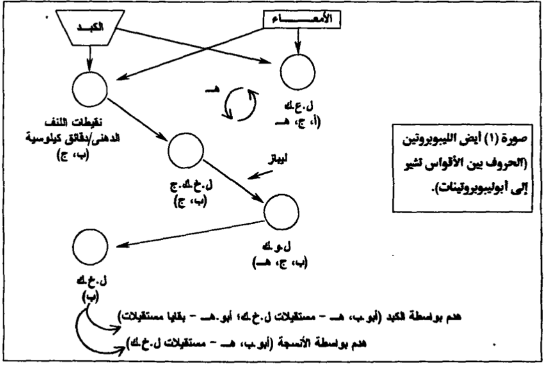
جدول (٢): التكوين الكيماوى (٪) لليبوبروتينات البلازما فى الإنسان العادى.

	نقيطات اللنف الدهنى / الدقائق الكيلوسية	ل.خ.ك.ج	ل.و.ك	ل.خ.ك	ل.ع.ك٢	ل.ع.ك٣
جليسريدات ثلاثية	٨٥	٥٥	٣٠	١٠	٥	٤
فوسفوليبيد	١٠	١٥	٢٢	٢٠	٣٠	٢٣
كوليسترول حر	١ – ٣	٥ – ١٠	٨	٧ – ١٠	٥	٣ – ٤
كوليسترول مؤستر	٣ – ٥	١٠ – ١٥	٢٢	٣٥ – ٤٠	١٦	١٢
بروتين	٢	١٠	١٥	٢٠	٤٠	٥٠ – ٥٥
أبوبروتينات مهمة[1]	ب	ب	ب	ب	أ١	أ١
	ج١	ج١	ج٢		أ٢	أ٢
	ج٢	ج٢	ج٣		هـ	
	ج٣	ج٢	هـ			
	هـ	هـ				

١ : ٥٪ او اكثر محتوى الليبوبروتين الكلى.

جدول (٣): الأبوبروتينات الرئيسية.

الإسم	ليبوبروتين	الوزن الجزيئي	أ: مكون تركيبي.
أ١	ل.ع.ك	٢٨٠٠٠ [أ ب ج]	ب: منشط (ن.أ.ل.ك) انزيم ناقل الأسايل ليسيثين-كوليسترول.
أ٢	ل.ع.ك	١٦٠٠٠ [أ]	ج: يشترك فى نقل الكوليسترول العكسى.
أ٤	ل.ع.ك ، ل.خ.ك.ج	٤٦٠٠٠ [د]	د: غير معروف حالياً.
ب١٠٠	ل.ع.ك ، ل.خ.ك.ج	٥٥٠٠٠٠ [أ هـ ف]	هـ: يشترك فى تخليق وإفراز ل.خ.ك.ج.
ب٤٨		٢٥٠٠٠٠ [أ ز]	ف: يرتبط بـ ل.خ.ك.
ج١	ل.ع.ك	٦٠٠٠ [ز]	ز: ينشط ن.أ.ل.ك.
ج٢	ل.ع.ك ، ل.خ.ك.ج	٧٠٠٠ [ح]	ح: ينشط ليباز الليبوبروتين (ل.ل).
ج٣	ل.ع.ك ، ل.خ.ك.ج	٧٠٠٠ [ذ]	ذ: يؤثر على نشاط ل.ل.
هـ	ل.خ.ك.ج ، ل.ع.ك	٣٤٠٠٠ [ظ]	ظ: يرتبط بمستقبلات الليبوبروتين الكبدى.
			ك: ربيطات المستقبل.



صورة (١) أيض الليبوبروتين (الحروف بين الأقواس تشير إلى أبوليبوبروتينات).

ومستوى الكوليسترول فى البلازما هو أحد عوامل الخطر لـ م.ق.ت CHD. ومن العوامل الأخرى تدخين السجائر وإرتفاع ضغط الدم ومرض البول السكرى والسمنة. وربما مستويات الجليسريدات الثلاثية فى البلازما. ويحدث تموجات فى كوليسترول البلازما خاصة فى فترات الضغط وترتفع فى شهور الشتاء وتنخفض فى الصيف ولكن هذه المتغيرات لاتحدث فى كل الأشخاص ولا إلى نفس الدرجة.

التخليق الحيوى biosynthesis

بتغذية الفئران بخلات معلمه بـ ك[١٣] فى مجموعة الكربوكسيل ، ك[١٤] فى مجموعة الميثيل أظهر أن ١٥ من ذرات الكربون الـ ٢٧ فى الكوليسترول تأتى من مجموعة ميثايل الخلات وأن الإثنى عشر الأخرى تأتى من مجموعة الكربوكسيل وعلى ذلك فالكوليسترول يبنى من ذرتى الكربون فى الخلات.

والطريق يحدث كمايلى:

يتحد جزيئان من الخلات (ك يد٣ ك أأ⁻) ليتكون أسيتوخلات acetoacetate (ك يد٣ك أك يد٢ك أأ) ثم تتكثف الأسيتوخلات مع جزىء خلات آخر ليعطى ٣ β- ايدروكسى-٣-ميثايل جلوتارات (١). والمركبات المتوسطة كلها تتفاعل كمشتقات لقرين إنزيم أ بحيث أن فى هذه المرحلة نحصل على β٣-ايدروكسى-٣-ميثايل جلوتارات قرأ أو أ.م.ج قرأ HMG CoA ومجموعة كربوكسيل من أ.م.ج قرأ HMG CoA تختزل لتعطى حمض ميفالونيك (٢).

يد
|
يدأك يد٢ك-ك-يد٢ك
|
يدأك-ك يد٢

(١)

أ⁻ يد٢ك يدأ
| | |
ك-ك يد٢-ك-ك-يد٢ك-يد٢ك
|| |
أ يدأ

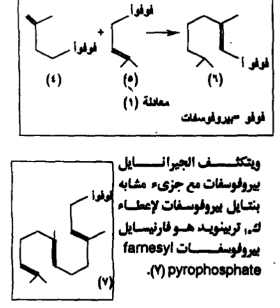
(٢)

وهذه الخطوة - إختزال أ.م.ج إلى ميفالونات بواسطة إنزيم ردكتاز أ.م.ج. قرأ HMG-CoA reductase هى الخطوة المحددة لمعدل التخليق البيولوجى للكوليسترول.

وتفسفر phosphorylated الميفالونات عند موقع الأيدروكسيل ثم يزال الأيدروكسيل لإعطاء مركب تربينويد ٣-مشابه بنتينيل بيروفوسفات 3-isopentenylpyrophosphate (٣).

يد٢ك
|
يد٢أ٢فويدأ٢فوأ-يد٢ك-يد٢ك-ك-ك=يد٢ك (٣)

ومشابه بنتينيل بيروفوسفات (٤) يمكن أن يتشابه isomerize لإعطاء γ-γ-ثنائى ميثاليل بيروفوسفات γ-γ-dimethallyl pyrophosphate (٥) ويتكثف جزىء واحد من كل منهما لإعطاء ك١٠ تربينويد-جيرانايل بيروفوسفات genaryl pyrophosphae (٦) (المعادلة ١).



ويتكثف الجيرانايل بيروفوسفات مع جزىء مشابه بنتايل بيروفوسفات لإعطاء ك١٥ تربينويد هو فارنيسايل بيروفوسفات farnesyl pyrophosphate (٧).

وجزيئان من فارنيسايل بيروفوسفات تتكثف لتعطى سكوالين squalene (٨) وهو أيدروكربون ك٣٠يد٥٠ ، وعلى ذلك فتتابع من ست وحدات ك٥ تكثفت لتعطى أيدروكربون ك٣٠ الاسكوالين squalene. والاسكوالين سلسلة أيدروكربون مستقيمة ولكن يمكن رسمه بحيث يظهر أن نقل ثلاث حلقات يمكن أن يعطى جزىء ك٣٠ له نواة الأستيرويد steroid. وتحت تأثير إنزيم أكسيدوسيكلاز الاسكوالين squalene oxidocyclase وفى وجود الأكسجين يستدير cyclize إلى لانوستيرول lanosterol (٩) وهو الستيرول الموجود فى دهن الخراف (المعادلة ٢). وأثناء سلسلة من الأكسدة والهدرجة وإنتقال الروابط المزدوجة يفقد اللانوستيرول ثلاث مجموعات ميثايل وتنتقل الرابطة المزدوجة من الموقع ٨ ، ٩ إلى الموقع ٥ ، ٦ وتختزل الرابطة المزدوجة فى السلسلة الجانبية وينتج الكوليسترول.

المعادلة (٢)

أ

أيد

(٨) (٩)

والموقع الرئيسى لتخليق الكوليسترول هو الكبد ولكن يمكن تخليقه فى أى نسيج ثديى باستثناء الأورطى aorta. ويأتى بعد الكبد الأمعاء وتخليقه ينظمه تغذية خلفية فالكبد فى الفئران والكلاب التى تغذى كوليسترول يقف عن تخليقه ونزل تخليقه فى الإنسان ٤٠-٦٠٪ كما أن تخليقه ينظمه هرمونات فالأنسولين يعزز التخليق بينما يثبطه الجلوكاجون والجلوكوكورتيكويدات glucocorticoids. وهرمون الغدة الدرقية يزيد تخليقه بينما إزالة الغدة (كيماوياً أو جراحياً) يثبطه. وإزالة الغدة النخامية يوقف تخليق الكوليسترول فى كبد الفئران ويفقد ضبط التغذية الخلفية فى الأنسجة المتورمة. وعدد من العوامل الفارماكولوجية تؤثر على تخليق الكوليسترول. وكل منها يؤثر على خطوة معينة وهناك الآن عدد من المركبات يؤثر على نشاط ردكتاز أ.م.ج قرأ HMG CoA reductase تستخدم فى معالجة الكوليسترول العالى hypercholesterolaemia.

الأيض metabolism

يؤدى الكوليسترول عدة وظائف فى الكائن ففى المخ والنسيج العصبى يعمل كعازل وهو يشحم فى

الجلد وهو سلف لعدة مركبات بيولوجية هامة مثل الكورتيكوستيرويدات وهرمونات التناسل وفيتامين د. والمنتجات الرئيسية لهدم الكوليسترول هى أحماض الصفراء: حمضى الكوليك والدى أكسى كوليك deoxycholic اللذان يتكونان فى الكبد. وتحويل الكوليسترول إلى أحماض صفراء يدخل فيه هدرجة مجسمة متخصصة stereospecific للرابطة المزدوجة ٥ ، ٦ وأيرمة epimerization لمجموعة ٣-β أيدروكسيل وإدخال مجموعات α-ايدروكسيل إضافية عند ك٧ (لإعطاء حمض كينو دى أكسى كوليك) وعند ك٧ ، ك١٢ لإعطاء حمض كوليك وإنقسام السلسلة الجانبية بين ك٢٤ ، ك٢٥ لإعطاء حمض كربوكسيليك ك٢٤ (المعادلة ٣). والفلورا الدقيقة فى الأمعاء تزيل الأيدروكسيل من أحماض الصفراء الأولية عند ك٧ لإعطاء أحماض صفراء ثانوية دى أكسى كوليك (من الكوليك) والليثوكوليك lithocholic (من كينو دى أكسى كوليك chenodeoxycholic).

المعادلة (٣)

كوليسترول → حمض كوليك

والتغيرات النووية تسبب تهدم السلسلة الجانبية. والخطوة الأولية وهى المحددة للمعدل فى تحول الكوليسترول إلى أحماض الصفراء هى الأدركسلة عند ك٧ والأدركسلات عند الموقعين ٧ ، ١٢ تحدث فى سبحيات الكبد ولكن الخطوات التى تؤدى إلى الأبيمرة epimerization لمجموعة الأيدروكسيل فى ك٣ وإختزال الرابطة المزدوجة يحدث فى الميكروزوم/حبيبة بروتوبلازم صغيرة والسيتوزول/عصارة الخلية. وتهدم السلسلة الجانبية يحدث فى السبحيات مع أكسدة ثلاثى أيدروكسى الكوبروستان trihydroxy coprostane عند ذرة الكربون النهائية إلى أيدروكسيل ثم إلى مشتق كربوكسيل. وهذا الحمض يشق بعد ذلك بتحضريات من السبحيات ليعطى بروبيونايل قرأ والمحتمل كولايل - قرأ.

وكما فى الكوليسترول فتخليق أحماض الصفراء يُنظَّم بآلية تغذية خلفية. وتتفاعل أحماض الصفراء مع الجليسين أو التورين لتعطى أميدات (تسمى أملاح الصفراء) وتسمى مشتقات جليكو و تورو. ونسبة الجليسين تورين (ج/ت G/T) تختلف بين الأنواع ويؤثر عليها حالة الغدة الدرقية.

ويعتقد أن ٨٥ – ٩٥٪ من الكوليسترول المخلق يتحول إلى أحماض صفراء (٦٠٠مجم/يوم) التى تدخل الأحشاء الصغيرة small bowel خلال قناة الصفراء العامة. وبعض حمض الصفراء يفرز فى القولون ويُبَرَّز ولكن معظمه (٩٥٪) يدخل الوريد البابى ومنه إلى الكبد. و ٢–٤ جم من حمض الصفراء يدور ٤–١٢ مرة يومياً بحيث أن كل ١٢ – ٣٦ جم من أحماض الصفراء تدور يومياً.

(Macrae)

كولين choline

يوجد الكولين والأغذية الحيوانية والنباتية عادة فى شكل ليسيثين ونادراً حراً وهو يوجد فى كثير من الأغذية المعاملة نظراً لإضافة الليسيثين كعامل إستحلاب مثل فى حالة المايونيز ومنتجات الشكولاتة. ويوجد فى أعلا تركيزات فى الكبد والمخ والكلوة وجنين القمح ويختلف محتواه فى اللبن تبعاً للموسم فاللبن الكامل يحتوى ٤٠ – ٣٦٠مجم/١٠٠جم. وجدول (١) يعطى نسب الكولين فى الأغذية.

والكولين (ثلاثى ميثيل (٢–أيدروكسى إيثيل) أمونيــــــــــوم أيدروكسيد -2) trimethyl hydroxymethyl) ammonium hydroxide ؛ الشكل الأيدروكسيدى (ك يد٣)٣–ن–ك يد٢ ك يد٢ يد)+أيد- والوزن الجزيئى ١٢١). ويوجد عادة كسائل شراب عديم اللون. والأمين الرباعى quarternary amine قاعدة قوية (ج.ث ب = ٥ pKb=5) وتمتص ك أ٢ من الجو. ويتبلر بصعوبة ويذوب فى الماء بسهولة وفى الكحول ولكن لايذوب فى ثانى إيثيل الإيثير وهو ثابت فى المحاليل المخففة. ولكن فى تركيزات عالية وعلى درجة حرارة ١٠٠°م يتهدم إلى جليكول الإيثيلين وجليكول عديد الإيثيلين وثلاثى إيثيل أمين.

وهو مطلوب لتكوين الفوسفوليبيدات: فوسفاتيدل كولين والليسوفوسفاتيدل كولين وبلازمالوجين كولين choline plasmalogen والأسفنجوميلين sphingomylin وكلها مكونات رئيسية لكل الأغشية. وهو سلف فى التخليق الحيوى للناقل العصبى أسيتيل كولين وكذلك فهو مصدر هام لمجموعات الميثيل.

الفسيولوجى

تناول غذاء ينقصه الكولين أو أسلافه: الميثيونين والفولات يمكن أن يؤدى إلى إضطرابات فى الكبد والكلى والبنكرياس والذاكرة والنمو فى الحيوانات. وأثنــاء نقص الكولين فإن خلايا الكبد تزيد جداً فى رقم التحول turnover وتتجمع كميات من الدهن (أساساً جليسريدات ثلاثية) فى الكبد وفى النهاية تملأ كُلَّ خليَّة الكبد. وتجمع الدهون يحدث لأن الجليسريدات الثلاثية يجب أن تعبأ كليبوبروتينات منخفضة الكثافة جداً (ل.خ.ك.ج VLDL) لكى يتم

تصديرها من الكبد. وأيضة الكولين فوسفاتيدل- كولين هي مكون أساسي في ل.خ.ك.ج VLDL ولايمكن إحلال فوسفوليبيدات أخرى مكانها.

الجدول (١) محتوى الكولين في بعض الأغذية.

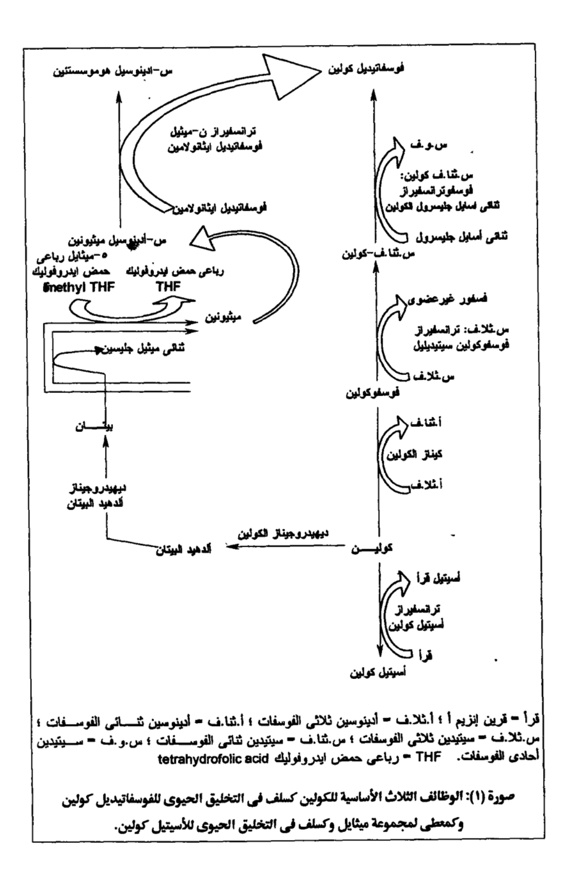
الغذاء	كولين	فوسفاتيديل كولين	سفنجوميلين
	(ميكروجزيء / كجم)		
برتقال	٢٠٠	٤٩٠	٢٤
بطاطس	٥١١	٣٠٠	٣٦
بيض	٤٢	٥٢٠٠٠	٢٢٥٠
تفاح	٣٧	٢٨٠	١٥
جنجرآل	٢	٤	٣
خبز قمح كامل	٩٦٨	٣٤٠	١١
خس (ايسبرج)	٢٩٣٠	١٣٢	٥٠
خيار	٢١٨	٧٦	٢٧
زبد	٤٢	١٧٦٠	٤٦٠
زبد السوداني	٣٨٩٥	٣٩٣٧	٩
زيت الذرة	٣	١٢	٥
فول (السوداني)	٤٥٤٦	٤٩٦٠	٧٨
طماطم	٤٣٠	٥٢	٣٢
عصير عنب	٤٧٥	١٥	٥
قنبيط	١٣٠٦	٢٧٧٠	١٨٣
قهوة	١٠١٠	١٥	٢٣
كبد البقر	٥٨٣١	٤٣٥٠٠	١٨٥٠
لبن بقر كامل	١٥٠	١٤٨	٨٢
لحم البقر	٧٥	٦٠٣٠	٥٠٦
مرجرين	٣٠	٤٥٠	١٥
موز	٢٤٠	٣٧	٢٠

أما الكلوة فيحدث في نقص الكولين تغيرات في مقدرتها على تركيز البول وعلى إعادة إمتصاص الماء الحر وإفراز الصوديوم وترشيح الكبيبي glomerular وإنسياب بلازما الكلى وفي بعض الحالات يحدث إدماء. كما ذكر ضعف في النمو وتغيرات غير طبيعية في العظام ونقص تكون الدم haematopoiesis وإرتفاع ضغط الدم في حالة أغذية منخفضة الكولين أو إسلافه.

والمأخوذ اليومي للكولين في الإنسان البالغ ككولين حر أو في الفوسفاتيديل كولين وغيره من أسترات الكولين غالباً يزيد على ٦ - ١٠ ميللي جزيء (٦٠٠ - ١٠٠٠مجم). ولبن الإنسان يحتوى ٢٠٠ميكروجزيء/لتر من الكولين الحر والفوسفاتيديل كولين والسفنجوميلين.

أيض الكولين metabolism

كل الأنسجة تجمع الكولين ولكن الأخذ بواسطة الكبد والكلوة والغدة الثديية والمشيمة والمخ لها أهميتها الخاصة. ومعظم الأنسجة تأخذ الكولين بواسطة إرتباط في عمليات النقل (الإنتشار والنقل المُتَوَسِطْ mediated) وفي الأنسجة يمكن أن يتكون أسيتيل كولين أو يفسفر ليكون فوسفوكولين وفوسفوليبيدات أو يؤكسد ليكون بيتان betaine والذى يعطى لمجموعة ميثيل (الصورة ١). وطلب الكولين كمعطى لمجموعة ميثايل هو أهم عامل يحدد سرعة غذاء ينقصه الكولين في إحداثه مرض ويمكن تعزيز تخليق الإسيتيل كولين في الأعصاب بتحميلها بالكولين ولذا تستعمل إضافات من الكولين في علاج الإضطرابات العصبية.



قرأ = قرين إنزيم أ ؛ أ.ثلا.ف = أدينوسين ثلاثى الفوسفات ؛ أ.ثنا.ف = أدينوسين ثنائى الفوسفات ؛ س.ثلا.ف = سيتيدين ثلاثى الفوسفات ؛ س.ثنا.ف = سيتيدين ثنائى الفوسفات ؛ س.و.ف = سيتيدين أحادى الفوسفات. THF = رباعى حمض ايدروفوليك tetrahydrofolic acid

صورة (١): الوظائف الثلاث الأساسية للكولين كسلف فى التخليق الحيوى للفوسفاتيديل كولين وكمعطى لمجموعة ميثايل وكسلف فى التخليق الحيوى للأسيتيل كولين.

الكولين والسرطان

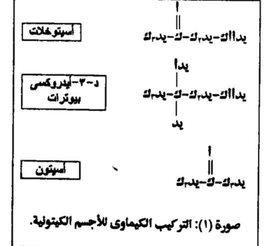
الحيوانات التى تأخذ غذاءاً ناقصاً فى الكولين وتتغذى على أغذية تكاد تكون كافية (الميثيونين والفولات) هى أكثر عرضة لأن تصاب بسرطان الكبد تلقائياً أو إستجابة لمسرطن.

السمية

الجرعة المميتة ج.م.، LD_{50} (بالفم) فى الفئران تختلف من ٢٤ إلى ٤٨مللى جزىء/كجم.
(Macrae)

الأجسام الكيتونية ketone bodies

تحت ظروف فسيولوجية وفسيولوجية-مرضية تنتج الكبد كميات كبيرة من أسيتوخلات acetoacetate و د-٣-أيدروكسى بيوترات D-3-hydroxybutyrate. وهذه المركبات تنتشر فى الدم حيث يحدث للأسيتوخلات إزالة كربون تلقائية مستمرة لإنتاج أسيتون وهذه المواد الثلاث تعرف معاً بإسم الأجسام الكيتونية (الصورة ١).

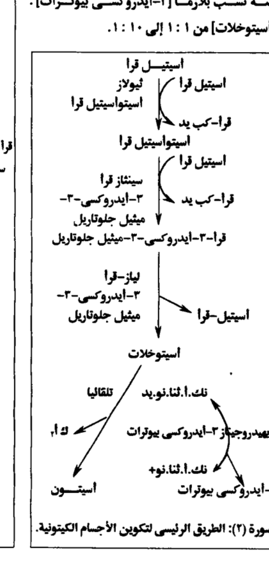


صورة (١): التركيب الكيماوى للأجسام الكيتونية.

تكوين وإستخدام الأجسام الكيتونية

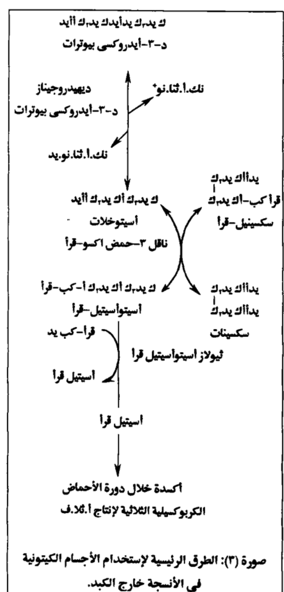
تحت الظروف العادية الجلوكوز هو المصدر الدائر الرئيسى لوقود التنفس للجسم ولكن عندما يكون الجلوكوز غير قادر على مقابلة إحتياجات طاقة الأنسجة فإن مخازن الطاقة الأخرى تُستَخدَم. والدهن يعطى مخازن الطاقة الهامة وينشط للأيض بواسطة الكبد والأنسجة خارج الكبد. وفى الكبد تسبب زيادة الأحماض الدهنية زيادة أكسدة فى السبحيات مع زيادة فى نفس الوقت فى تركيز قرين الإنزيم أسيتيل قرين إنزيم أ (أسيتيل قرأ) والزيادة فى أسيتيل قرأ توجه بعد ذلك إلى تكوين أجسام كيتونية فى الكبد عن طريق قر أ-أيدروكسى-مثيل جلوتاريل (أ.م.ج.قرا HMG-GoA hydroxymethylglutaryl CoA (الصورة ٢). والخطوة الأساسية فى هذا الطريق هو تكوين قرأ-أسيتوأسيتيل من جزيئين من أسيتيل قرأ محفزاً بثيولاز أسيتوأسيتيل قرأ، والتوازن غير المناسب لهذا التفاعل يتغلب عليه بأن أسيتوأسيتيل قرأ يرتبط بإنزيم سينثاز أ.م.ج.قرأ HMG-Co. وجزىء آخر من أسيتيل قرأ يتفاعل بعد ذلك ليكون أ.م.ج.قرأ HMG-CoA وهو سلف لطريقين: أولاً أ.م.ج.قرأ HMG-CoA يمكن أن يختزل بواسطة ردكتاز أ.م.ج.قرأ HMG-CoA ليكون حمض ميفالونيك وهذا مركب متوسط فى طريق التخليق الحيوى للستيرويدات، أو ثانياً يمكن أن يشق بواسطة ليباز أ.م.ج.قرأ HMG-CoA ليكون أسيتوخلات وأسيتيل قرأ. وطريق مبادل لتكوين أسيتوخلات يشمل إزالة الأسيل deacylation لـ أسيتو أسيتيل قرأ. لكن تركيز أسيتو أسيتيل قرأ فى

الكبد منخفض جداً بينما ثم K_m لدى أسيلاز أسيتوأسيتيل قرأ deacylase عالٍ. ويتكون د-٣-أيدروكسى بيوترات من أسيتوخلات باختزال يشمل إنزيم ديهيدروجيناز د-٣-أيدروكسى بيوترات (الصورة ٢) بينما يتكون الأسيتون من إزالة الكربكسلة التلقائية للأسيتوخلات. والأسيتوخلات و د-٣-أيدروكسى بيوترات فى توازن مع بعضهما. والتوازن يعتمد على حالة أخسدة فى السبحيات (نسبة [نك.أ.ثنا.نو+] : [نك.أ.ثنا.نو.يد]) وقد ينتج عنه نسب بلازما [٣-ايدروكسى بيوترات] : [أسيتوخلات] من ١ : ١ إلى ١٠ : ١.



صورة (٢): الطريق الرئيسى لتكوين الأجسام الكيتونية.

وكثير من الأنسجة يمكنها إستخدام الأجسام الكيتونية فيما عدا الكبد. وإستخدام أسيتوخلات بواسطة الأنسجة خارج الكبد يشمل إنزيمات ناقل حمض ٣-اكسو قرأ وثيولاز أسيتوأسيتيل قرأ (الصورة ٣). وتوزان تفاعل الناقل transferase هو فى صالح الأسيتوخلات ولكن ذلك الخاص بتفاعل الثيولاز هو نحو أسيتيل قرأ.



صورة (٣): الطرق الرئيسية لإستخدام الأجسام الكيتونية فى الأنسجة خارج الكبد.

وبذا فربط التفاعلين يتغلب على التوازن غير المناسب لتفاعل الناقل. د-٣-أيدروكسي بيوترات تؤيض بالتحويل إلى أسيتوخلات محفزة بواسطة ديهيدروجيناز د-٣-أيدروكسي بيوترات.

تنظيم تخليق الأجسام الكيتونية
regulation of ketogenesis

يتم تنظيم تخليق الأجسام الكيتونية في الكبد تحت تأثير هرمونين: الأنسولين والجلوكاجون. وهما يفرزان بواسطة البنكرياس ويتوقف على تركيز المغذي في البلازما. ونسبة البلازما لهذين الهرمونين تلعب دوراً مركزياً في تنظيم تخليق الأجسام الكيتونية في الكبد (الصورة ٤). وفي حالة التغذية حيث تركيز الأنسولين أكبر كثيراً عن الجلوكاجون فالجلوكوز يخزن كجليكوجين ويؤيض أيضاً إلى أسيتيل قرأ وهذا يحول إلى مالونيل قرأ بواسطة كربوكسيلاز أسيتيل قرأ. ونشاط هذا الإنزيم يعززه وجود الأنسولين. وزيادة مستويات مالونيل قرأ تثبط نظام نقل السبحيات والذي ينقل الأحماض الدهنية إلى السبحيات للأكسدة إلى أسيتيل قرأ. وبهذه الطريقة يُمْنَعْ تخليق الأجسام الكيتونية عندما يكون هناك كمية كافية من جلوكوز البلازما للأكسدة بواسطة الأنسجة (الصورة ٤).

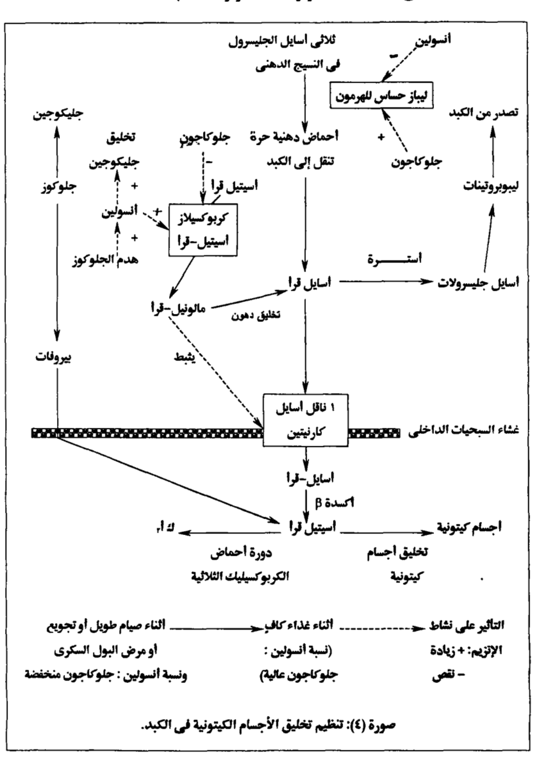
وأثناء الفترات من الحرمان من الغذاء فإن إنخفاض نسبة الأنسولين : جلوكاجون تسبب تنشيط هدم النشا الحيواني glycogenolysis وخفض في نشاط الإنزيمات الجليكوليتية وخفض في نشاط كربوكسيلاز أسيتيل قرأ. ونقص تركيز مالونيل قرأ ينتج عنه تنشيط في نظام النقل في السبحيات مما يسمح بدخول أحماض دهنية حرة إلى السبحيات للأكسدة. وعندما يزداد تركيز أسيتيل قرأ في السبحيات يبتديء تخليق الأجسام الكيتونية. وفي النسيج الدهني ينشط الجلوكاجون سيكلاز الأدينالات adenylate cyclase وهذا بدوره ينشط الليبازات التي تحول الجليسريدات الثلاثية المخزونة إلى أحماض دهنية حرة. وزيادة توصيل هذه الأحماض الدهنية إلى الكبد يسبب زيادة تخليق أجسام كيتونية وهذا معدليه يُحْكَم أساساً بواسطة وصول الأحماض الدهنية (الصورة ٤).

وعندما ينتهي الصيام فوجود مختلف المغذيات في البلازما يسبب إطلاق الأنسولين من البنكرياس وإرتفاع أنسولين البلازما بسبب توقف تحليل النسيج الدهني وتركيز الأحماض الحرة في البلازما ينزل بسرعة. ويعمل الأنسولين على النسيج مسبباً رجوع الجلوكوز للأكسدة. وفي الكبد خروج output الجلوكوز ينقص وتستهلك مخازن الجلوكوز ويبتديء من جديد تكون الدهن ويمنع تكون الأجسام الكيتونية.

إرتفاع الأجسام الكيتونية فسيولوجياً
physiological ketosis

الإنسان على غذاء عادي مختلط يتناول كربوايدرات كفاية لإشباع إحتياجات المخ والأنسجة الأخرى. وتحت هذه الظروف تَكَوُن الأجسام الكيتونية بواسطة الكبد يمكن إهماله ويكون تركيز الأجسام الكيتونية في البلازما عادة أقل من ٠,٥ مللي جزيء. ولكن مقدرة الشخص

على البقاء فى فترات طويلة من الحرمان من الغذاء عادة يعتمد على تفاعلات معقدة هرمونية وكيموحيوية تضمن إعادة توجيه وإستخدام مناسب للوقود المناسب.



صورة (٤): تنظيم تخليق الأجسام الكيتونية فى الكبد.

وفـى المراحـل الأولى للصيـام فـهناك نقـل لأيـض الكبد من تخزين الجلوكوز إلى إنتاجـه مزدوجاً مع تعود آخر يحفظ الجلوكـوز المطلق للمحافظة على المخ ووظيفـة الجهاز العصبـى المركـزى. وبعـد صيـام طول الليل فإن معظم الجلوكوز الناتج مـن الكبد يكـون قـد إسـتخدمته الأنسجة مـع متطلـب ضرورى لأيـض الجلوكـوز. وفـى هـذه المرحلة فإن الأنسجة مثـل عضـلات الهيكـل تسـتخدم أساسـاً أحماض دهنية غير مؤسترة (ح.د.غ.أ NEFAs) كوقـود. وأكسـدة العضـل لـ ح.د.غ.أ NEFAs تسبب خفض فى تناول الجلوكوز ومايتبعه من أيض الجلوكـوز. وبالإضافة نقـل الجلوكـوز خـلال غشـاء العضل ينقص.

وفترات أطول من الحرمان ينتج عنها أن الجلوكوز يخلق من سـوالف غير كربوايدراتية. وأثنـاء هـذه الفترات فتركيز جلوكـوز البلازما ينقص كثـيراً ممـا يسبب إسـتخدام الدهـن مـن الأنسـجة الدهنيـة. وتنشـيط تخليـق جليكوجـين (مـن مصـادر غـير كربوايدراتية) وتخليق أجسـام كيتونيـة فـى الكبـد وتركيز جلوكوز البلازما قد يهبط كثيراً مع زيادة فـى الأحماض الدهنية فـى البلازما والأجسام الكيتونية إلى حوالى خمسـة أمثال ، ٢٠ مثل بالتتابع. وأكثر من ٩٩٪ من الأحماض الدهنية فى البلازما تُعَقَّد مـع الألبيومـين وقليـل جـداً حـر لأن ينتشـر إلى الفراغـات المتخللـة interstitial ممـا يحـد مـن إسـتخدامها بواسـطة الأنسـجة. ولكـن الأجسـام الكيتونيـة ذائبـة فـى الوسـط المـائى بحيـث أن تركيزها فى السائل المتخلل يكون قابلاً للمقارنة مـع تركـيز البلازمـا (٢-٣ مللـى جـزىء أثنـاء المجاعـة/الصيـام) وتركـيز الجلوكـوز فـى السـائل المتخلـل تحـت هـذه الظـروف يكـون ٤-٥ مللـى جزىء فالأجسام الكيتونيـة تؤكسـد مفضلـة عـن الجلوكـوز والأحماض الدهنية الحرة. وعلـى ذلـك فخلال الصيام الطويل أكثر من ٧٠٪ من وقود المخ يكـون مـن الأجسـام الكيتونيـة. ودرجـة إرتفـاع الأجسـام الكيتونيـة يحتفـظ بـه بـين تركـيزات فسيولوجية بواسطة خلايـا ب B cells من البنكرياس مما يجعله مستجيباً لمغذيات البلازما مثل الجلوكوز والأحماض الدهنية. وبهذه الطريقة فإن مستويات الأحماض الدهنية الحرة فى البلازما عادة لاتزيد على ١ مللى جزىء وبدا من غـير المعتـاد لتركيز الأحماض الكيتونية فـى البلازمـا أن ترتفـع إلى مدى يسمح بإخراجها فى البول.

إرتفاع الأجسام الكيتونية مرضياً
pathological ketosis

أحـد الظـروف المرحليـة العامـة المرتبطـة بإرتفـاع الأجسـام الكيتونيـة هـو مـرض البـول السـكرى المتوقـف علـى الأنسـولين (م.ب.س.و.أ IDDM) وهـذا المرض يرتبط بهدم خلايا ب B cells فـى جـزر لانجيرهـانز Langerhans وهـذا ينتـج عنـه مستويات منخفضـة أو لاتحددُ للأنسولين الدائر فى البلازما ولكـن خلايا أ A cells لجـزر لانجيرهـانز. لاتهدم والمـرض كثيراً مـايرتبط بزيـادة تركـيزات البلازمـا مـن الجلوكـاجون. وزيـادة مسـتويات الجلوكـاجون تسـبب تحلـل دهنـى فـى النسـيج الدهنى مما ينتج عنه إرتفاع تركيزات الأحمـاض الدهنية الحرة فى البلازما. ويستجيب الكبد لنقص نسـبة الأنسـولين : جلوكـاجون بتعزيـز إخـراج

الجلوكوز بواسطة تخليق جليكوجين (من مصادر غير كربوايدراتية). ولايحدث أخذ جلوكوز عن طريق الأنسولين المنشط بواسطة الأنسجة خارج الكبد والجلوكوز المطلق يسبب إرتفاع الجلوكوز (فى الدم). ويثبط تخليق الدهون والجليكوجين ويكون هناك زيادة فى أكسدة الأحماض الدهنية التى تصل إلى الكبد. والزيادة المصاحبة فى نفس الوقت لأسيتيل قرأ داخل الكبد ينتج عنها تحويل أسيتيل قرأ إلى طريق كيتوجينى/مولد للكيتونات. وفى إرتفاع الأجسام الكيتونية الفسيولوجى العادى فإن مستويات الأحماض الدهنية الحرة الدائرة لاتزيد عن ١ ميللى جزىء تقريباً لأن نشاط المغذيات الدائرة يسبب إفراز الأنسولين من خلايا ب B. cells من جزر لانجيرهانز. ولكن فى مرض البول السكرى هذه الخلايا قد تم هدمها وهذه التغذية الخلفية لاتعمل. والتحلل الدهنى غير المضبوط فى النسيج الدهنى وتكون الأجسام الكيتونية فى الكبد غير المضبوط أيضاً ينتج عنه فرط دهن الدم hyperlipidaemia وإرتفاع الأجسام الكيتونية hyperketonaemia بالتتابع. ولو أن إستخدام الأجسام الكيتونية فى مرضى البول السكرى كبير فمعدل تكون الأجسام الكيتونية أكبر عن معدل الإستخدام وتركيز البلازما من الأجسام الكيتونية يصبح سريعاً مفرطاً. وعند تركيز قدره ٧ مللى جزىء فإنها تشبع طريق الأكسدة وأى زيادة بعد ذلك فى معدل تكون الأجسام الكيتونية ينتج عنه إفراز للأجسام الكيتونية فى البول.

حموضة الدم الأيضية metabolic acdosis

حموضة الدم الأيضية تتسبب عن نقص فى تركيز أيونات البيكربونات فى البلازما مع قلة أو عدم تغيير فى تركيز حمض الكربونيك وهذا هو شكل حموضة الدم العادية والتقليدية. وهى تحدث فى م.ب.س.و.أ IDDM غير المضبوط ويرتبط بإرتفاع الأجسام الكيتونية hyperketonaemia وعدم كفاية الكلى والتسمم بالملح الحمضى وفى زيادة فقد سوائل الأمعاء (أثناء الإسهال الشديد أو إلتهاب القولون). وفى مرض البول السكرى فحموضة الدم تنتج عن وجود أجسام كيتونية وحمض أسيتوخليك وحمض ٣-أيدروكسى بيوتريك وكلها أحماض قوية نسبياً. والأحماض تذوب فى البلازما مما ينتج عنه بروتون ومايقابله من أيون سالب. والبروتونات يتم تنظيمها بكفاءة بواسطة البيكربونات (يد ك أ٣⁻ HCO_3^-) مكونة حمض كربونيك (يد٢ ك أ٣) والذى ينكسر معطياً ماءاً وثانى أكسيد كربون. وزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون فى البلازما ينشط مركز التنفس مما ينتج عن تنفس سريع وعميق وبذا يخرج ثانى أكسيد الكربون عن طريق الرئتين. وهذه محاولة للجسم لإعادة النسبة العالية يد ك أ٣⁻ : يد٢ ك أ٣ بواسطة إنقاص ضغط ثانى أكسيد الكربون فى الدم. ولما كانت الكلوة هى العضو الرئيسى المسئول عن المحافظة على توازن حمض-قاعدة فهى تستخدم أيضاً فى تصحيح عدم التوازن. والمكونات الأيونية السالبة للأجسام الكيتونية المتأينة ترشح فى الكلى كل منها مع أيون موجب (أساساً ص⁺) وبذا تحتفظ بالتعادل الكهربى. وتفرز خلايا القنيات الكلوية بروتونات إلى المُرَشح بينما

تعيد إمتصاص أيـون ص⁺ واحـد وأيـون يـد ك أ٣⁻ واحد لكل بروتون مفرز. وحاملات البروتونات التى تعتمد على الطاقـة فى خلايا القنيات يمكنها إفراز بروتونات ضـد التركيز حتى يصبح البـول ٨٠٠ مرة أكثر حموضة عن البلازما تقريباً (تقريبـاً جيـد ٤,٥). وعنـد هـذه النقطـة فإن تـدرج التركيز يصبح كبـيراً جـداً لعمليــة الإفــراز لتســتمر. ومــن أجــل إفــراز بروتونات أكثر فإن معظم البروتونات المفرزة يجب أن تنظم فى سائل القنيــات. والبروتونـات المفرزة يتم تنظيمها أولاً بواسطة الفوسفات ولكن الفوسفات توجد فى سائل القنيات كنتيجة لزيـادة فى الغذاء. ومقـدرة التنظيـم لفوسـفاتات البـول تُتَخطَـى فــى حموضة الـدم الشديدة. وتحـت هـذه الظروف فإن خلايا القنيـات تفرز أمونيا فى سـائل القنيات وهـذا يُمكِن الكلـوة من الإسـتمرار فـى إفـراز بروتونـات إضافية لأن الأمونيا ترتبط مع البروتونات الحرة فـى سائل القنيات لتكون أيون أمونيـوم (ن يـد٤⁺) وبهـذه الطريقة كميات من البروتونات يمكن أن تفرز فى البـول قبـل أن يصبـح تـدرج الـتركيز جيـداً لآليـة الإفراز كى تعمل. ولكن عندما يكون حمل الحمض كبير جـداً - كمـا فـى حموضـة دم مرضـى البـول السـكرى - يحـدث هـذا والأيونـات الموجبـة التـى تُرَشَّـح مــع الأجســام الكيتونيــة تُفْقَــد. وفقــد الأليكتروليتات والمـاء فى نفس الوقت يـؤدى إلى إنخفاض ضغط الدم وجفـاف وإنخفـــاض حجـم الـدم hypovolaemia ثم مـوت بعـد ذلـك إن لم يعالج.

(Macrae)

كينوا quinoa

الإسم العلمى *Chenopodium quinoa* Willd

الفصيلة/العائلة: سرمقيات

Chenopodiaceae (goosefoot)

بعض أوصاف

تنمو الكينوا فى الإنديز Andes والأماكن المرتفعة فى العالم. ولها سـاق مستقيمة وقد تكـون متفرعـة أو غير متفرعـة وأوراقـها متبادلـة وتبلـغ فـى الإرتفـاع مابين ٠,٧ - ٣,٠ متر والثمار صفراء بلاهتة مع لـون أزرق محمـر والحبـة قـد تكـون مخروطيـة أو أسطوانية أو إهليلجية مع قطر من ١,٨ - ٢,٦ مـم والحبة محمية بغلاف زهرة/كم perlanth يتكـون مـن خلايا مفككة وغـلاف ثمرة وطبقتين من غطـاء البـذرة. وخلايا غلاف الزهرة يمكـن إزالتها بسهولة بالغسيل.

التكوين

تتكـون مـن ١٠ - ١٨٪ بروتـين مـع متوسـط ١٥,٤٪ والدهـن ٤,٥ - ٨,٧٥٪ مـع متوسـط ٧,٥٪ والرمـاد ٢,٤ - ٣,٦٥ مـع متوسـط ٣,٠٪ والكربوايـــدرات ٥٤,١ - ٦٤,٢٪ مـع متوسـط ٦٨,٤٪ كـذا والألياف ٢,١-٤,٩٪ مع متوسط ٢,٤٪ فهى أعلا من معظـم الحبوب.

والأحمـاض الأمينية (جم/١٦جم نـتروجين) هـى: أيزولوسين ٣,٦ ولوسين ٦,٠ وليسين ٥,٦ وميثيونين ٢,٠ وفينيل ألانين ٤,٠ وتيروسين ٢,٨ وثريونين ٣,٥ وفـالين ٤,٥ وأرجينين ٧,٠ وهستيدين ٢,٤ وألانـين ٤,٧ وحمـض أسبارتك ٧,٣ وحمـض جلوتاميــك ١١,٩ وجليسين ٥,٢ وبرولين ٣,١ وسيرين ٣,٧ فهى

لاتعتبر محددة من جهة الليسين الذى يحد كثيراً من الحبوب.

أما عن الفيتامينات فالمعلومات عنها قليلة ومختلفة وهى تبدو أنها مصدر جيد لفيتامين ى (هـ) (حوالى ٤٦ - ٥٩ جزء فى المليون تبعاً للصنف) وهى تحتوى على (مجم / ١٠٠جم): ٠,٢٤ ثيامين و ٠,٢٢ ريبوفلافين و ١,٧ حمض نيكوتينيك و ٥,٩ توكوفيرول كما تحتوى على مستويات منخفضة من الكاروتينويدات. ومن المعادن: البوتاسيوم ١٠٤٠ والكالسيوم ٧١,٢ والفسفور ٣٧٧ والمغنيسيوم ٣١٠ والحديد ٩,١ والمنجنيز ٤,٣ والنحاس ٠,٦.

ونشا كينوا له درجة حرارة جلتنة فى المدى ٥٧ - ٦٤°م. ولو أن النشا يفقد إنكساره المزدوج (إنفصال إنكسارى للأشعة المستقطبة) birefringence على نفس درجة الحرارة الذى يحدث لنشا القمح. ولكن لها خواص لصق pasting مختلفة (إختلاف فى اللزوجة كما قدرت فى مقياس قوة إنزيمات الدقيق amylograph أثناء مراحل مختلفة لدورات التسخين/التبريد). ونشا كينوا يعطى لزوجة أعلا عن نشا القمح على نفس التركيزات وهى بخلاف بقية نشا الحبوب فنشا كينوا له محتوى أميلوز منخفض حوالى ١١٪.

ولون وإستساغة بذرة الكينوا يتأثر بوجود الصابونينات وهى جليكوسيدات تعطى محاليل صابونية فى الماء وهى مرة وتعتبر مضادة للتغذية وتوجد فى غطاء البذرة ويجب إزالتها بالغسيل و/أو الإحتكاك قبل الإستهلاك.

جودة البروتين

الكينوا الخالية من الصابونين وبها ١١٪ بروتين أعطت نمواً أحسن من الأرز الأبيض أو الذرة أو القمح. كما تحسنت معدلات النمو بإرتباط بين الكينوا والكازين (١٢,٤٢٪ بروتين). كما أن الفئران المغذاة على كينوا مزال منها الصابونينات لمدة ٥٠ يوماً زادت فى الوزن وإحتفظت بمظهر صحى. كما أن الفئران زادت فى الوزن بشكل جوهرى عن تلك التى غذيت بروتين اللبن. وقد كان لها كفاءة نتروجين للنمو مماثلة للكازين وقد حَسَنَ الطبخ هذه الكفاءة بدون تغيير تكوين الحبة من الأحماض الأمينية كما أن نسبة كفاءة البروتين لها وللكازين كانت واحدة.

المعاملة

يجب إزالة الصابونينات بالغسيل بشدة فى ماء بارد جار ثم التجفيف على ٦٠°م طول الليل. أو الغسيل عدة مرات فى ماء قلوى مع الدق والإحتكاك لإزالة غلاف الثمرة. وكذلك الطبخ يزيل الصابونينات كما يمكن إزالة الصابونينات بالغسيل فى الماء ثم النقع طول الليل على درجة حرارة التبريد ثم تغسل فى الصباح التالى فى ماء ساخن ويختبر للصابونين بوضع الحبوب فى أنبوبة وإضافة ماء والهز القوى لمدة ٣٠ ثانية وإذا لم يحدث تكون رغاوى فيعتبر أن الصابونين قد أزيل. ويجب تجفيف الحبوب بسرعة حتى لاتنبت. وحورت فى كولورادو مكنة لأآة الشعير barley pearling وهى تزيل غلاف الثمرة والصابونين من الكينوا وفى كندا أستخدم الإحتكاك لازالة الصابونين من البذرة ومعاملة الحبوب إلى دقيق ذى مستوى إستخلاص ٨٥,٢ -

٩٨,٨٪ فقل الصابونين وهذه المعاملة لها ميزة أن الحبوب لاتحتاج إلى تجفيف بعد إزالة الصابونين كما فى الغسيل.

التطبيقات الغذائية

قد تستهلك الكينوا كحبة كاملة وكدقيق فالحبة الكاملة تطبخ وتقدم كالأرز أو تدخل فى أغذية مختلفة مثل الشوربة وقد تحمر إلى تشيشا chicha والدقيق يستخدم فى عمل خبز خشن يسمى كيسبينا kispina كما يستعمل فى إرتباطات مختلفة مع دقيق القمح فتعمل بسكويتات وكيكات عالية البروتين بإرتباط ٦٠٪ دقيق كينوا مع دقيق القمح. كما حضرت شرائطيات noodles بإستخدام حتى ٤٠٪ دقيق كينوا بدون التأثير على المظهر أو الخصائص الأخرى. وتستخدم أيضاً فى وصفات تدخل مع غيرها فى البسكويتات والقشور والسلطات والطبيخ.

وغير معروف تماماً تأثيرها على الخواص الحسية والتغذوية والوظائفية للخبز أو البسكويت أو العجائن الغذائية وقد تم خلط ٢٠٪ كينوا مع دقيق القمح وخُبِزَ منها خبز فنقص كل من محتوى الليسين ونسبة كفاءة البروتين قليلاً جداً.

وفى بوليفيا مستويات ٥٪ ، ١٠٪ كينوا مع دقيق القمح أعطت أحجاماً أقل للرغيف، ولكن بإضافة ٢٠ أو ٤٠ جزء فى المليون برومات البوتاسيوم زال هذا الأثر وأعطت خبزاً مشابهاً لخبز القمح. واستخدمت ٨٪ كينوا مع دقيق قمح وكذلك إرتباطات مع أرز وحبوب وذرة بدون تفاعلات فسيولوجية عكسية فى الأطفال الذى تغذوا على هذا الخبز.

والدقيق المطحون من كينوا منبتة أستخدم لإنقاص لزوجة الأغذية النشوية وقد زادت الإستساغة وكثافة سعرات الأغذية المستخدمة فى فطام الأطفال.

كما أستخدم الدقيق لإنتاج كينوا ممتدة expanded وذات قوام textured وكانت الخواص الحسية للمنتجات مقبولة وبقت الفئران فى صحة جيدة. ولكن نسبة كفاءة البروتين كانت أقل من دقيق الكينوا المطبوخ أو الكازين. وقد بثقت مخاليط من كينوا وجريش الذرة corn grits بنجاح فعملت مخاليط من ١٠٪ ، ٢٠٪، ٣٠٪ كينوا وبثقت مع جريش الذرة ١٠٪، ٢٠٪، ٣٠٪ والمنتجات المحضرة كان لها ١٥٪ رطوبة وعندما بثقت بضغط ٣ : ١ فوجد أنها أكثر تقبلاً وكان لها إمتداد أكبر وكثافة أقل وقوة قص shear strength أقل عن المنتجات المبثوقة على ٢٥٪ رطوبة و ١ : ١ نسبة ضغط. والمنتجات المحتوية على كينوا كانت أعلا فى البروتين والألياف والرماد وبعض الأحماض الأمينية عن المنتجات المحتوية على ١٠٠٪ جريش ذرة، وكانت أيضاً ذات ذوبان نتروجين أعلا. ومستويات أعلا من الكينوا أعطت منتجات لها كثافة أعلا وإمتداداً أقل كما أن قوة القص shear strength إنخفضت. وكذلك إضافة الكينوا أعطت منتجات أغمق وأقل إصفراراً عن جريش الذرة وحده. (Macrae)

كيا / مصطكى/ مصطكا Pistacia / lentiseus/lenticus/mastic tree

الإسم العلمى *Pistacia lentiscus*

الفصيلة/العائلة: بطميات Anacardaceae (cashew)

منها شجرة الفستق.

بعض أوصاف

توجد في منطقة البحر الأبيض المتوسط وهي دائمة الخضرة عشبة أو شجر يصل إلى ١٥ قدم في الإرتفاع وأوراقها مجنحة ذات سويقات لها وريقات ٦ أو ٨ أو ١٠ جلدية لامعة حوالي ١ بوصة في الطول مع السطح الأسفل أبهت من السطح الأعلا والثمار مستديرة حوالي ١ بوصة في القطر وفي الأول محمرة ثم تصبح سوداء عند تمام النضج.

(Everett)

وعندما تفتح العنبيات يخرج راتنج رائق صمغي لصق نقي وله عبير أروماتي غريب ويستخدم في تنكيه بعض الأطباق واللكوم والليكير اليوناني liquear ماستيكا.

الأسماء: بالفرنسية mastic، وبالألمانية Mastix، وبالإيطالية lentischio/mastice، وبالأسبانية lentisco/mastice/almàciga. (Stobart)

فاكهة الكيوي kiwifruit/mihoutau/ actinidia/Chinese gooseberry

الإسم العلمي *Actinidia deliciosa*

الفصيلة/العائلة: دلانيات Actinidiaceae

(*Actinidia formerly*, Dilleniaceae)
(Everett)

الجنس *Actinidia* به حوالي ٦٠ نوعا من ثمار صغيرة متسلقة وكرم شارد straggling والثمار تجمع من نباتات تنمو في البرية وتستخدم إما طازجة أو محفوظة أو كدواء.

بعض أوصاف

الثمرة عنبية berry بيضية في الشكل ولها جلد بني خفيف يغطيه شعر وهي ٥٥- ٧٠ مم في الطول و ٤٠ - ٥٠ مم في العرض وتزن حوالي ١٠٠جم. ولها قلب أبيض بطول الثمرة ويحيطه غلاف ثمري داخلي شفاف. وهذه المنطقة تحتوي حوالي ١٤٠٠بذرة سوداء صغيرة في غريفات تشع من القلب. والغلاف الثمري الداخلي يحيطه غلاف ثمري خارجي يتكون من خلايا بارنشيمية ذات جدر رفيعة. وكلا الغلاف الثمري الداخلي والخارجي يحتوي كلوروفيل مما يعطي الثمرة لونها الأخضر الداخلي الفريد. وتؤكل بعد التقشير وعمل الشرائح أو بالملعقة وتستخدم في السلطة.

وهي مزدوجة المنزل أي هناك نباتات ذكرية وأخرى أنثوية.

وتنمو في جو معتدل دافيء ولكنها تستطيع تحمل مدى من الظروف الجوية. وهي تحتاج لحماية وإذا تركت بدون عناية فإنها تكون كتلة من عصيان ملتوية ولذا يجب أن تشذب بعناية وتدعم للحصول على كرم يمكن أن يعطي محصولا. ونسبة النباتات الذكر : الأنثى حوالي ١ : ٦ ممثلة. والكرم يزهر في أواخر الربيع وتحصد الفاكهة ٥ أشهر بعد ذلك في الخريف. ويتأثر حجم الثمرة بعدد البذور المخصبة وتنقل حبوب اللقاح بواسطة النحل الذي يوضع في الحديقة في فترة الإزهار وقد تجمع حبوب اللقاح ثم تنشر بالرش.

الحصاد والمناولة

تجمع الثمار عندما تكون لازالت صلبة وغير ناضجة ولكن لجعل التخزين أمثل ولضمان أنها تنضج إلى

جـودة أكـل مرضيـة فيجـب ضمـان أقـل مسـتوى للتطور الفسيولوجى قبل الحصاد. وهـى لها خـواص الفاكهة الحرجة climacteric ولكـن أثنـاء التطـور فإن معظم الكربوايدرات (الصورة ١) التـى تخـزن كنشا والذى يتكسر إلى سكر وتطرى الثمرة بفترة قبـل إرتفـاع التنفـس فـى الفـترة الحرجـة وإنتـاج الإيثيلين (الصورة ٢). ومعاملة الإيثيلين للثمار البالغة يسرع النضـج والتأثير يعتمـد علـى الزمـن والجرعـة عوضاً عن تأثير مبدئـى كما هـو العادة مـع معظـم الفاكهة الحرجة.

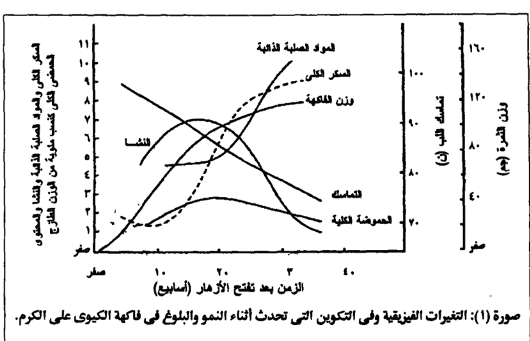
ويقـدر بلـوغ الثمـار عـادة بإستخـدام رفراكتومـتر لقيـاس تركـيز المـواد الصلبـة الذائبـة فـى العصـير المأخوذ من الفاكهة فالعينة التى تؤخذ من ١٠ ثمـار يجب إختبارها مباشرة بعد الإزالة من الكـرم وإلا فإن إستمرار تحول النشا إلى سكر أثناء النضج ينتج عنه زيادة فى المـواد الصلبـة الذائبـة وبـذا تعطـى مستويات نضج عاليـة خاطئـة وعـادة يمكـن أن يعتبر ٦,٢٪ جيداً للتصدير وأن إختلفت من بلد إلى آخر وهـذا يضمـن أمثـل حيـاة تخزيـن. وجـودة الأكـل يحصل عليها بقياس تركيز المواد الصلبة الذائبة فى الثمار الناضجة أى بعد أن يكتمل تحـول النشا إلى سكر. والثمار التى لها قيمة أقل مـن ١٢,٥ وتعتبر جودتها الأكلية غير مقبولة.

وإذا تركـت فاكهة الكيوى على الكرم فإنها تنضـج وتنفصل عـن النبات فى مرحلة فـوق ناضجة قليلاً. وتقطف الثمار بقطعها عند الكأس بحيث تبقـى سويقة الثمرة على الكرم وتنقـل الثمار إلى صناديق ٢٠٠ – ٢٥٠ كجـم للنقـل إلى مكـان التعبئـة حيـث تدرج للجـودة والحجـم. وتخــزن الثمـار إمـا فـى صوانـى ذات طبقة واحـدة معـدة للتسـويق أو فـى صنـاديق كبـيرة. ويوصـى بتخزينـها علـى صفـر°م للتخزين الطويل المدى وتقلب درجات الحـرارة يجب أن يكون أقل من ٠,٥°م. ويجـب المحافظة على نسبة رطوبة عالية حيث أن فقـد فـى الـوزن قـدره ٣-٤٪ يمكـن أن ينتـج عنـه إنكمـاش مرئـى. وتوضع الثمار فى صينية مصنوعة من عديد الإيثيلين ويجـب حماية الثمـار مـن التعـرض لمستويات مـن غازات الإيثيلين حتى الصغيرة منها فـتركيزات أعلـى من ٠,٠٣ جـزء فـى المليـون تعتبر غير مقبولـة. ولـذا يجب عـدم تعبئتـها أو تخزينـها مـع فواكـه أخـرى. وكذلك المكن الذى ينتج إيثيلين يجب ألا يكـون بالقرب من أماكن تخزينها.

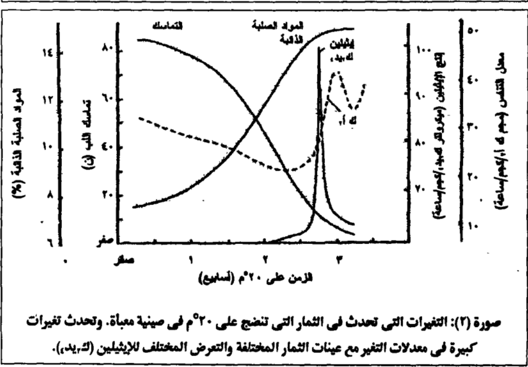
وحتى فى التخزين البارد فإن الفاكهة تطرى بسـرعة فـى خـلال الأسـابيع القليلـة بعـد الحصـاد ويـنزل التماسـك (قـراءة مقيـاس الإختـراق penetrometer وله رأس ٧,٩مم) من ٦٠ – ٨٠ ن N إلى حـوالى ٢٠ ن N ثم ينقص معدل الطراوة حتى تبقى الفاكهة أعلا قليلاً من ١٠ن N بقية فترة التخزين. وتحـول النشا إلى سكر الذى إبتدأ على الكرم قبـل الحصـاد يستمر أثنـاء التخزيـن فيـنزل مستوى النشا من حوالى ٦٪ إلى آثار وتزداد المواد الصلبة إلى ١٢- ١٥٪ أثنـاء الثمانيـة أسـابيع الأولى من التخزين.

ولمعظم المستهلكين فإن قيمة الأكل المثلى هـى حوالى تماسـك حـول ٧ ن N. وفى هـذا الوقـت فإن المـواد الطيارة المسئولـة عن النكهـة تزيـد و "النكهـة الحشيشية grassy" والطعـم الحمضـى للفاكهة غير الناضجة يحل محلها عبير رقيق محبوب

ومذاق عديم مع نقص مستويات الحمض. والنضج بعد ذلك يـؤدي إلى تطـور عبـير إسـترى estery قوى يفضله بعض الناس. ولهؤلاء المستهلكين جودة الأكل المثلى عند تماسك حوالى ٤ ن N.



صورة (١): التغيرات الفيزيقية وفى التكوين التى تحدث أثناء النمو والبلوغ فى فاكهة الكيوى على الكرم.



صورة (٢): التغيرات التى تحدث فى الثمار التى تنضج على ٢٠°م فى صينية معبأة. وتحدث تغيرات كبيرة فى معدلات التغير مع عينات الثمار المختلفة والتعرض المختلف للإيثيلين (ك٢يد٤).

وأحسن جودة أكل عندما يحتفظ بالفاكهة لمدة ٢-٣ شهور مع زيادة التخزين بعد ذلك يؤدى إلى نزول تدريجى للتقَبُّل. واللون الأخضر الجذاب يبهت والنكهة تصبح عديمة حيث مستويات الكلورفيل ومواد النكهة الطيارة تنزل.

والتخزين فى جو مضبوط (٢٪ الأكسجين ، ٥٪ ثانى أكسيد كربون) ينقص معدل طراوة الثمار وفقد النكهة واللون وإن كان إستعمال هذه الطريقة محدود ويلاحظ ضبط مستوى الإيثيلين أثناء التخزين فى جو مضبوط.

تكوين الفاكهة fruit composition

يعطى الجدول (١) تكوين فاكهة كيوى من صنف الهايوارد Hayward ويلاحظ أن حمض الأسكوربيك عال وينقص مبكراً فى التخزين ثم يبقى ثابتاً بحيث أنه بعد ٦ - ٧ أشهر من التخزين يكون ٩٠٪ من فيتامين ج لازال موجوداً. وجنس *Actinidia* هن أنواع بها محتوى عالٍ من فيتامين ج حتى ٧٠٠ - ١٠٠٠ مجم/١٠٠جم فى أنواع *A. eriantha* و *A. kolomikta*.

أما من ناحية مواد النكهة الطيارة فقد تم التعرف على ٩٠ مادة منها وإذا أنضجت الثمار بعد الحصاد مباشرة فهناك زيادة فى تركيزات الإسترات الطيارة خاصة بيوتانوات الإيثايل والميثايل ethyl & methyl butanoate ولكن إذا أنضجت الثمار بعد التخزين تصبح خلات الإيثايل هى المهمة نسبياً والهكسانال والهيكس-٢-إينال مكونات طيارة مهمة.

جدول (١): تكوين فاكهة الكيوى فى صنف هايوارد الناضج.

المكون	المحتوى[أ]	المكون	المحتوى[أ]	المكون	المحتوى[أ]
الجزء المأكلة	٩٠-٩٥٪	حموضة تنقيط كحمض ستريك	١,٠-١,٦٪	معـــادن	
ماء	٨٢-٨٦٪	رماد	٤٥٠-٧٤٠	بوتاسيوم	٢٠٠-٤٥٠
ألياف	١,١-٣,٣٪	تانين	٥٠-٨٤	كلوريد	٣٠-٦٥
مواد صلبة ذائبة	١٢-١٧٪	أكسالات	٦٤	كالسيوم	١٦-٥١
مواد بكتينية	٠,٢-٠,٩٪			مغنسيوم	١٠-٢٠
رقم جـ يد	٣,٥-٣,٦	فيتامينـــــات		حديد	٠,٢-١,٢
الدهن	٧٠-٩٠٠	حمض اسكوربيك	٨٠-١٢٠	خارصين	٠,٠٨-٠,٣٢
الميوسيلاج	١٥٠	ثيامين	٠,٠١٤-٠,٠٢	منجنيز	٠,٠٧-٠,٢٠
كلوروفيل	٠,٢-٠,٣	حمض نيكوتينيك	صفر-٠,٥	نتروجين	٩٣-١٦٣
الطاقة	٤٩-٦٦ سعر/١٠٠جم	فيتامين ئى (هـ)	٠,١٣	فوسفور	٢٢-٤٠
بروتين	٠,٤-١,٠٪	فيتامين أ	٠,٠٥	كبريت	١٣-٣٠
كربوايدرات	١٥-١٨٪	ريبوفلافين	٠,٠١-٠,٠٥	صوديوم	٢,٨-٤,٧
أحماض عضوية	٢-٣٪	بيريدوكسين (ب٦)	٠,١٥	بورون	٠,٢-٠,٣٧
				نحاس	٠,٠٦-٠,٣٠

أ : مجم/١٠٠ جم وزن طازج مالم يذكر غير ذلك.

والنكهة الحمضية التى تميز الفاكهة تحت الناضجة ترتبط بتركيزات منخفضة من الإسترات المتطايرة وبتركيزات عالية من السترات والمواد الصلبة الذائبة. والفاكهة الحلوة تحتوى مستويات عالية من الإسترات المتطايرة.

وتحتوى فاكهة كيوى على إنزيم بروتياز يسمى أكتينيدين actinidin وله خواص مشابهة للبابين وتركيزه حوالى ٠,٤جم/١٠٠جم من الوزن الطازج.

وإحتواء فاكهة الكيوى على محتوى عالٍ من الألياف وكذلك الخواص المميزة للميوسيلاج يجعل من هذه الفاكهة مُسَهِل ممتاز.

المعاملة

يرفض حوالى ١٠ - ٢٠٪ من الفاكهة المحصودة من السوق الطازج لأسباب مختلفة وهذه تصلح للمعاملة غير أنه للأسف تقع موانع فى طريق ذلك منها:

١- تحصد فاكهة الكيوى غير ناضجة ويجب إنضاجها قبل معاملتها ويتم ذلك بالمعاملة بالإيثيلين (١٠٠ جزء فى المليون لمدة ٢٤ ساعة على ٢٠°م) ولكن عندما تطرى الفاكهة يجب العناية فى تقشيرها لتجنب الضرر للغلاف الثمرى الخارجى.

٢- المعاملة الحرارية أثناء المعاملة ينتج عنها تحول الكلوروفيل إلى فيوفيتين ويحل محل اللون الأخضر البراق الجذاب لون بنى أخضر غير جذاب بجانب أن المعاملة الحرارية ينتج عنها فقد النكهة المميزة وتكوين مذاق عنب ثعلب/كشمش شائك gooseberry. كما أن التجفيف ينتج عنه عادة فقد اللون الأخضر.

٣- فى العصير أو مركز العصير يجب إزالة البروتين الذائب المتبقى بعد المعاملة الحرارية بإستخدام النشاط البكتوليتى ثم الترسيب بالبنتونيت. وفى العصير المركز المخزن على درجة حرارة الغرفة فإن التغير البنى غير الإنزيمى لحمض الأسكوربيك هو مشكلة.

٤- تحتوى الفاكهة على تركيز عال من أكسالات الكالسيوم المتبلرة وفى بعض المنتجات المعاملة هذه البلورات تسبب مضايقة للزور.

٥- وجود بروتياز نشط يحد من قابلية إدخال فاكهة طازجة معاملة إلى أغذية عالية البروتين.

ومع ذلك فينتج شرائح فى شراب معلبة وشرائح مجمدة ولب مجمد وإن كانت تعانى من القبول لأن الجودة غير ثابتة ولأن الشرائح المعلبة تفقد اللون الأخضر وفى المنتجات المجمدة يفقد القوام ويحدث التزنخ. كما أن زيادة الفاكهة الطازجة قللت من أهمية هذه المنتجات. ويعمل منها نبيذ له خاصية ميلر ثورجاو Müller Thurgaw وهو يعتبر ممتاز. كما توجد شرائح مجففة وجلد فاكهة كيوى وفاكهة جلاسيد glacéed وعصير ونكتار. كما يمكن إستخلاص البروتياز أكتينيدين بإستخدام ترسيب كلوريد الصوديوم مما يعطى ٥٠ - ٧٠٪ إستعادة. كما يوجد قند فاكهة الكيوى وليكير liqueurs ونواتج أخرى وبعضها ينتج بإستخدام نكهة الكيوى الصناعية.

(Macrae)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۖ نُّسْقِيكُم مِّمَّا فِي بُطُونِهِ مِن بَيْنِ فَرْثٍ وَدَمٍ لَّبَنًا خَالِصًا سَائِغًا لِّلشَّارِبِينَ ﴿٦٦﴾

النحل

جَنَّاتُ عَدْنٍ يَدْخُلُونَهَا يُحَلَّوْنَ فِيهَا مِنْ أَسَاوِرَ مِن ذَهَبٍ وَلُؤْلُؤًا ۖ وَلِبَاسُهُمْ فِيهَا حَرِيرٌ ﴿٣٣﴾

فاطر

مَّثَلُ الْجَنَّةِ الَّتِي وُعِدَ الْمُتَّقُونَ ۖ فِيهَا أَنْهَارٌ مِّن مَّاءٍ غَيْرِ آسِنٍ وَأَنْهَارٌ مِّن لَّبَنٍ لَّمْ يَتَغَيَّرْ طَعْمُهُ وَأَنْهَارٌ مِّنْ خَمْرٍ لَّذَّةٍ لِّلشَّارِبِينَ وَأَنْهَارٌ مِّنْ عَسَلٍ مُّصَفًّى ۖ وَلَهُمْ فِيهَا مِن كُلِّ الثَّمَرَاتِ وَمَغْفِرَةٌ مِّن رَّبِّهِمْ ﴿١٥﴾

محمد

flocculation تلبد

التلبـد معاملـة مبدئيـة للأنظمــة الغرويــة تسـتخدم لإزعاج تركيب الصول sol structure عن طريق إضافة تفاعلات تشجع نمو الجسيمات قبـل فصـل الطـور الصلـب بالترشـيح أو الترسـيب. والجسـيمات ذات الأبعاد الغروية (٠,٥ × $١٠^{-٥}$ متر) كثيراً ماتكون مشتقات ثابتة والتى لاتترسـب ولا عرضـة لعمليـات الترشيح التقليدية.

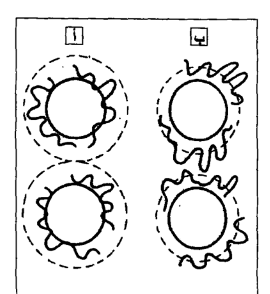
آلية التلبد

الإزعاج الغروى بالأيونات
colloid destabilization by ions

ثبات الغروى يتصل بجهد زيتا* Zeta potential والذى يشتمل على السطح المشحون للجسـيمات والطبقة المشحونة بالأيونـات المضادة القريبة منها، والمكونة لطبقة مزدوجة كهربيـة. وخفض جهد زيتاً ينتج عنه إزعاج/عدم ثبات التركيب الغروى الثابت وقد يتسـبب إما عن إمتزاز adsorption للأيونات المضـادة - تأثـير غـير متخصـص للاليكتروليتــات المتعادلة - أو إصطياد enmeshment الجسيمات فـى كنــس الملبــد sweep floc وحيــث أن شحنة الأيونات المعاكســة مهمة فإنه من الظاهــر أن الأيونات متعددة التكافؤ تكــون أكثر كفـاءة عن الأيونات وحيــدة التكافـــؤ ص (١) > كا (٢) > لو (٣).

الإزعاج الغروى بالبوليمرات
colloid destabilization by polymers

آلية عامة لإزعاج/عدم ثبات الصـولات sols الغروية بواسطة بوليمـرات مخلقـة ذات وزن جزيئـى كبـير يوصف بواسطة نظرية عمـل الكبـارى bridging. وتُعَرَف هـذه البوليمرات بأنها أليكتروليتـات عديـدة وهـى تمتز على مواقـع عـدة ولاتغطـى كـل مسـاحة الجســيمات الغرويـــة. ولمـــا كــــانت جزيئــــات الأليكتروليتات العديـدة طويلـة نسبياً فـإن أحواضـاً pools أو سلالاً تـبرز خـارج الطبقـة المزدوجـة وبـذا فإن التلبد يحـدث خـلال روابـط غير محبة للمـاء أو روابط أيدروجين وأى إنضغاط للطبقـة المزدوجـة والـذى يمكـن أن يحـث بزيــادة القـــوة الأيونيـة يجـب أن يعـزز عمـل الكبــارى بالسـماح بتقـارب الجسيمات (صورة ١).



صورة (١): كفاءة عمل الكبارى للأليكتروليتات العديدة: (أ) قوة أيونية منخفضة، (ب) قوة أيونية عالية.

*جـهد زيتـا Zeta potential /جـهـد كـهربى حركـى electrokinetic: الجـهد الكـهربى الـذى يوجـد عـبر كـل بيسطح interface لكل المواد الصلبة والسوائل.

وإمتزاز الأليكتروليتات العديدة قد - في بعض الأحيان - يزيد من ثبات الغروى. فبوليمر ممتز بقوة قد يزيد قطر الطبقة المنتشرة والطبقة المزدوجة الأكبر تولد تفاعلات متنافرة مما يزيد الثبات. وكمية الأليكتروليت العديد المستخدمة بالنسبة لتركيز الغروى حرجة لإزعاج/عدم ثبات أو إعادة ثبات التركيب الغروى. فزيادة الجرعة خطر حقيقى وأمثل تركيز للأليكتروليت العديد المطلوب للتلبد يجب أن يكون صغيراً حداً (لايزيد عن ١ مجم / لتر).

آلية التجمع aggregation mechanism

إن تجمع التركيب الغروى غير الثابت هو الخطوة الثانية فى العملية النهائية لفصل الطور الصلب وهى تتوقف فى النهاية على عاملين: ١- تكرار التصادم بين الجسيمات. ٢- كفاءة التفاعلات التى تسبب إلتصاق جسيم-جسيم. وعموماً فهناك آليتان يمكن أن يحدث بهما الإلتصاق: ١- التجمع بحركات محثوثة حرارياً وتسمى تلبد قرب حركى perikinetic. ٢- إتصالات بين جسيمات فى الأنظمة مشتتة متغيرة heterodisperse بواسطة الترسيب التباينى differential settling تحت تأثير الجاذبية الأرضية وتسمى تلبد مستقيم حركى/ مرتحل فى نفس الإتجاه orthokinetic.

وفى الأنظمة الحقيقية فإن المرحلة الأصلية للتلبد تكون قرب حركية ولكن بزيادة تحول الملبد فإن نموذج المستقيم الحركى يصبح سائداً.

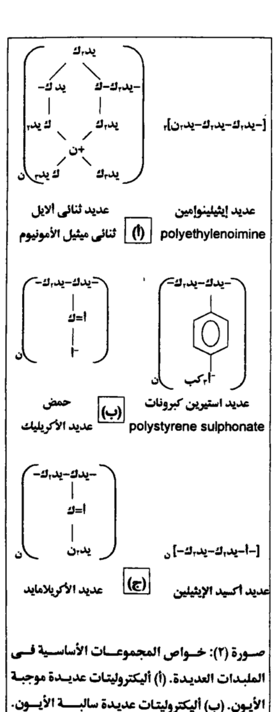
• الملبدات والخثرات

flocculants & coagulants

الأليكتروليتات العديدة polyelectrolytes

الأيكتروليتات العديدة التى تستخدم كملبدات هى أساساً عديد الأكريلاميدات polyacrylamides وعديد الفوسفاتات وبوليمرات طبيعية محورة - جيلاتينات وكيتوزانات chitosans وكاراجينات - ونشا وسيليولوز ومشتقاتهما. والأليكتروليتات العديدة تنقسم إلى موجبة وسالبة وغير أيونية تبعاً لطبيعة المجموات الوظيفية على سلسلة البوليمر ويسود بين هذه المجموعات قرين عديد الأكريلامايد من أكريلامايد وأكريلات أو موحود monomer يحتوى على مجموعات أمونيوم (الصورة ٢).

والأليكتروليت العديد يتميز بوزنه الجزيئى وطبيعة المجموعة الوظائفية وكثافة الشحنة. وإعتبار هام فى إختيار الأليكتروليت العديد لعملية معينة هو جهده كمخثر coagulant (بإزعاج/عدم ثبات الغروى بالتعادل) وكملبد (بعمل كبارى بين الجسيمات). ورقم $ج_{يد}$ هو أيضاً مَعْلَم هام يجب أخذه فى الإعتبار عند إختيار الأليكتروليت العديد لتطبيق معين. والحساسية لرقم $ج_{يد}$ تحدث مع البوليمرات الموجبة حيث مجموعات الأمونيوم الرباعية quaternary تسود ومع البوليمرات السالبة المحتوية على مجموعات حمض السلفونيك. والملبدات ذات مجموعات الكربوكسيل أو الأمين يجعلها تتوقف أكثر على $ج_{يد}$. وسمية عديد الأكريلامايدات عادة منخفضة - أقل من ٠,٠٥٪ عادة - وتنتج من وجود أكريلامايد حر.



صورة (٢): خواص المجموعات الأساسية في الملبدات العديدة. (أ) أليكتروليتات عديدة موجبة الأيون. (ب) أليكتروليتات عديدة سالبة الأيون. (ج) بوليمرات غير أيونية.

المخثرات coagulants

المفاعلات الأكثر إستخداماً في عمليات التخثر هي أيونات موجبة عديدة التكافؤ مثل لو (٣)، ح (٣)، ح (٢) وتوجد على هيئة كلوريدات أو كبريتات في أشكال متبلرة وأملاح الحديد عادة لها ميزات على الألومنيوم والـ ح (٣) يفوق ح (٢) لأن له فعل متسع على أرقام حيد.

ملبدات أخرى

المواد الطفلة مثل البنتونايت والمونتموريلونايت montmorillonite والكربون المنشط والسيليكا المنشطة تستخدم أحياناً لتحسين الترشيح أو ترسيب المواد الصلبة العالقة.

• النواحي العملية practical aspects

إختيار الأليكتروليت العديد
selection of polyelectrolyte

العوامل التي تؤثر على إختيار ملبد أو مخثر معين هي طبيعة الشوائب وحجم جسيم المواد الصلبة المعلقة. والإختيار والجرعة المطلوبة يمكن أن تحدد بالإختبار في المعمل لمعدل الترسيب وروقان وحجم الطين المترسب وإختبار المعمل لايعطي ظروف المصنع ويجب إعتباره كمقدمة لمحاولات المصنع.

تحضير محلول الأليكتروليت العديد
preparation of polyelectrolyte solution

معظم الأليكتروليتات العديدة المستخدمة كملبدات متاحة كمساحيق تغبير منخفضة ويجب توزيعها كمركزات ٠,٠٥ - ٠,٥٪ لصول غروي. ويرجع ذلك

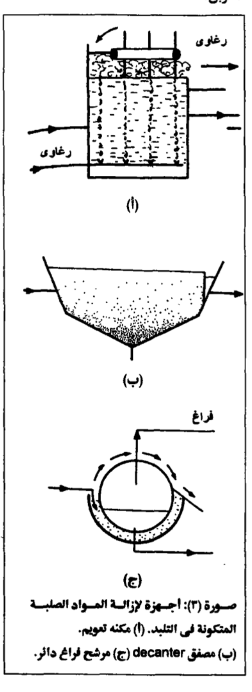
إلى اللزوجة العالية للتركيزات الأعلا للمشتقات (٠,١ - ٠,٢ با Pas لـ ٠,٥٪). وإضافة الأليكتروليت العديد للماء ينتج عنه تركيب مشابه للجيلي jelly-like وهذا ليس له فائدة كعامل تلبد. والتشتت الكفء يحصل عليه بإستخدام نظام إديوكاتور-فنتورى Educator-Venturi معطيا محلول متجانس. والتخزين طويل المدى أو على درجة حرارة أعلا من ٦٠°م ينتج عن فقد فى الكفاءة بسبب فك البلمرة depolymerization.

نقطة الإضافة point of addition

نقطة إضافة الأليكتروليت العديد هى من أهم النقاط. فالملبد يجب إضافته عند نقطة تسمح بخلط موحد مع التقن slurry ولكن يجب ألا تعرض لإضطراب زائد. والذى يمكن أن يزعج الملبد كما أنه من الضرورى الترتيب للملبد - مخففا بقدر الإمكان لضمان توزيع كفء - عند نقطة تسمح بزمن لتصادمات الجسيمات لكى تحدث قبل مرحلة إزالة المواد الصلبة. وفى العمل هناك نظامان يمكن أن يحققا ظروفا صحيحة للتلبد: تنكات مقلبة بلطف وغرف التلبد.

إزالة المواد الصلبة الملبدة removal of flocculated solids

يستخدم الطريقان الرئيسيان لإزالة المواد الصلبة المتكونة: التعويم flotation أو الترسيب sedimentation وذلك تبعا لنوع الملبد المتكون. فمادة خفيفة يمكن أن تعرض للمعاملة بالهواء لتعوم والملبدات التى تميل إلى أن ترسب تفصل عادة بالترسيب (الصورة ٣). ومن النادر إستخدام الترشيح وإن أستخدمت فى معاملات تنقية المياه بالرمل أو مرشحات الكربون أو مرشحات دائرية بالفراغ لعصير البنجر الخام المكربن.



صورة (٣): أجهزة لإزالة المواد الصلبة المتكونة فى التلبد. (أ) مكنه تعويم. (ب) مصفق decanter (ج) مرشح فراغ دائر.

• التطبيقات applications

معاملة الماء المهدر waste water treatment

الماء المهدر الصناعى غالباً نظام غروى-صلب مع مركبات عضوية أو غير عضوية. والمعاملات الفسيوكيماوية للماء المهدر الصناعى يمكن أن تعطى نتائج جيدة حيث العمليات البيولوجية لاتصلح مثل المواد التى لاتهدم حيوياً nonbiodegradable أو التصريف/الخوارج السامة toxic discharges أو إزالة المعادن والألوان. وهى أرخص من حيث التكاليف الأصلية وأسهل ضبطاً ولاتأخذ حيزاً كبيراً من المعاملة البيولوجية وإن كانت أعلا فى تكاليف التشغيل.

والترسيب الإمتزازى adsorptive precipitation والتلبد هما أهم عمليتين لتخثير الجسيمات الغروية فى شكل تجمعات أكبر. والمفاعلات الأساسية المستخدمة هى الجير وكبريتات الحديديك أو الألمنيوم والأليكتروليتات العديدة.

البوليمرات ذات الوزن الجزيئى المنخفض لها ميزة أنها لاتزيد مستوى الأملاح بالنسبة للمخثرات غير العضوية ولكنها غالباً غير إقتصادية نسبياً. والأملاح لو (٣) أو ح (٣) تستخدم كثيراً أولاً لتشجيع التخثر؛ ثم الأليكتروليت العديد ذو الوزن الجزيئى العالى يدخل إلى المواد الصلبة المخثرة. والمواد الصلبة المشتتة بكثرة تحتاج إلى أيونات عديدة التكافؤ أو إلى أليكتروليتات عديدة منخفضة الوزن الجزيئى. ومع الجسيمات الأكبر البوليمرات ذات الوزن الجزيئى العالى هى أكثر كفاءة (الجدول ١).

جدول (١): تطبيق التلبد فى معاملة الماء المهدر صناعياً.

الصناعة	معالم التلوث	الملبد	المنفعة	إزالة المواد الصلبة
معاملة الدواجن، هدر السلخانة	دهون، شحم، دم	لو(٣) وعديد الأليكتروليت	خفض المواد الصلبة الكلية	تعويم بالهواء المذاب
معاملة السمك أو الجمبرى	دهون، بروتين	كينوزان أو اليكتروليت عديد سالب	خفض المواد الصلبة الكلية	تعويم بالهواء المذاب
اللب والورق	لجنين واللون	أمينات عديدة موجبة	إزالة اللون	الترسيب
جلود الحيوانات	كبريتيد الشعر ومنتجات الجلد، أملاح حديدوز	ح(٣) واليكتروليت عديد سالب	خفض المواد الصلبة	الترسيب
معاملة الخضر والفواكه	كربوايدرات وبروتين	حمض لجنوسلفونيك	خفض مطلوب الأكسيجين الحيوى	تعويم بالهواء المذاب
نشا - جلوتين	بروتين وكربوايدرات	هكساميتافوسفات أو بوليمرات مخلقة	خفض مطلوب الأكسيجين الحيوى	تعويم بالهواء المذاب

والتلبد يسمح بإستعادة البروتين من الماء المهدر الآتي من صناعة الأغذية أو من نواتج ثانوية مثل تكتل بروتينات الشرش بواسطة كربوكسي ميثيل سيليلوز أو ترسيب البروتين بواسطة أمايد عديد الأليكتروليتات في الماء المهدر لصناعة البطاطس.

عملية السكر الخام raw sugar process

عصائر السكر الخام تحتوي كميات كبيرة من المواد الغروية والتي يجب إزالتها في الترويق. وهناك مجموعتان من المواد الغروية: مكونات خلايا البنجر المحولة إلى شكل صول أثناء الإستخلاص وتلك التي تنتج عن التكثف مثل الميلانين والميلانويدين أو سكر محول أو منتجات تهدم السكروز. وعملية إزالة المواد الغروية ضرورية حيث بقاؤها في عصائر رفيعة أو مكثفة يعطل الترسيب والترشيح ويساعد على الرغاوي وزيادة اللون وفقد السكر أثناء التبلر.

والجير يعمل كمخثر أولي مرسباً للمواد الغروية والملونة. وإضافة الجينات الصوديوم أو نشا محور بمعدلات جرعات من ١٠ – ٥٠ جزء في المليون لم تكن كافية تماماً ولذا يضاف عديد الأكريلامايد المخلق وعموماً فالملبدات السالبة تطبق مع معاملة العصير الخام سواء قصب أو بنجر. وجرعات الملبد تتراوح من ٠,٨ – ٢ جزء في المليون ومن المستحسن تخفيف الملبد بعصير خام أحسن من الماء. وهذا يظهر في طريقة إنسياب العصير مع المرسب إلى المرشح أو المصفق decanter. والإستخدام المناسب يزيد من حجم الجسيمات الغروية عدة مرات ويسهل الترشيح خلال مكبس مرشح الألواح والأطر. ويحصل على كيكة ترشيح مضمومة. والأليكتروليتات العديدة موصى بها في تكرير السكر وإضافة عصير سكر مكربن يحسن كلاً من الترويق والترشيح.

تقنية مركزات بروتينات الأوراق
technology of protein leaf concentrate

مركز بروتين الأوراق (ر.ب.و LPC) هو ناتج ينتج عن تجزئة المحصول الأخضر الذي يعطي بروتيناً لكل من صناعة العلف والصناعات الغذائية. وتجزئة المحصول الأخضر تسمح بإحتمال كفاءة أكبر بيولوجياً في إنتاج بروتين عن الأنظمة الأخرى. ويحصل عليه جافاً أو مبتلاً والعصير المستخلص طازجاً من النباتات الخضراء بعد هرسها يحتوي كميات من الألياف والمعادن والبروتين وحبيبات اليخضور أو أجزاء منها، وحوالي ٩٠٪ ماء. وإزالة أجزاء البروتين ممكن بإزعاج/عدم ثبات الجسيمات الغروية المعلقة (الصورة ٤)

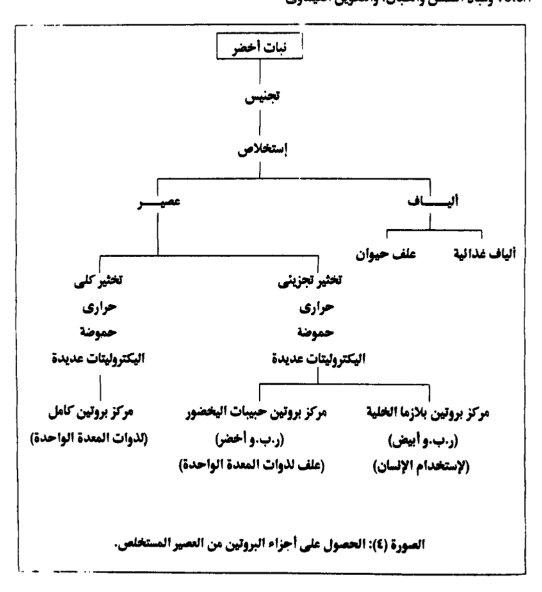
وتلبد حبيبات اليخضور يجري في غرف تحت حركة ميكانيكية خفيفة (١٠٠ دورة في الدقيقة) بإضافة الملبد مباشرة إلى العصير الأخضر الذي سبق إن أضيف إليه أيدروكسيد صوديوم حتى أصبح رقم جيد ٧ – ٨,٥. والتخثر يحدث لحظياً تقريباً لإنتاج ملبدات كبيرة macroflocs والتي ترسب وتجعل الترشيح بعد ذلك سهلاً.

وكفاءة التلبد تتوقف على خاصية الأيونية للأليكتروليت العديد وعلى كثافة شحنته وتركيزها وعلى حموضة العصير وعلى نوع النبات. وحصل على نتائج مرضية من إستخدام ١٥٠ – ٣٠٠مجم/لتر أليكتروليت عديد لعصير الألفالفا

الأخضر، فمن ١٠٠ كجم من النباتات الطازجة حصل على ١,٦ كجم ر.ب.و LPC تحتوى ٥٦٪ بروتين.

وعديد الأكريلامايد الموجب والسالب أستخدمت على نطاق معملى لتلبيد العصير الأخضر من أوراق بنجر السكر والبرسيم والحنطة السوداء والبيقة vetch وعباد الشمس والطباق. والتكوين الكيماوى للنواتج المتحصل عليها كان مشابهاً لتلك المتحصل عليها بطريق التخثر الحرارى المسماه برو-كسان pro-xan. وإستخدام الملبدات فى معاملة ر.ب.و LPC يسمح بخفض إستهلاك الطاقة ويعطى بروتينات لم تمسخ حرارياً.

(Macrae)



الصورة (٤): الحصول على أجزاء البروتين من العصير المستخلص.

اللبن السائل

اللبن من البقر والثدييات الأخرى كان ولازال مصدراً مهماً للمغذيات خاصة البروتين فكانت العائلات – في القرى – تربي بقرة أو بقرتين وكانت ناتج اللبن منها يغذي العائلة ومع الزمن زاد عدد البقر فتغيرت طرق الحلب وتناول اللبن.

تكوين اللبن

اللبن سائل بيولوجي معقد يتكون من الدهون والبروتينات والمعادن والفيتامينات والإنزيمات والسكريات وهو يختلف تبعاً لسلالة breed الحيوان والخلفية الوراثية للحيوان ومرحلة الإرضاع lactation وجودة التغذية للحيوان وعدد مرات الحلب ووجود أمراض مثل إلتهاب الثدى mastitis وظروف البيئة العامة.

والحيوانات من سلالات مختلفة تنتج لبناً يختلف في محتواه من الدهن والبروتين واللاكتوز وأيضاً في حجمه. فحيوانات الفريزيان والهولشتين أكثر إحتمالاً أن تنتج كميات أكبر من اللبن ولكن بنسبة أقل من الدهن إذا قورنت بلبن منتج من حيوان من نوع الجرسي Jersey. وبين السلالات المختلفة تُنتَقى الحيوانات غالباً للتربية على أساس ماتنتجه مَن اللبن مقاساً بالجوامد الصلبة والحجم milk solids & volume.

وأكبر التغيرات تحدث في التكوين أثناء الرضاعة فاللبأ colustrum – وهو اللبن الذي ينتج بعد الوضع مباشرة – مرتفع نسبة البروتين والدهن خاصة في بروتينات جلوبيولينات المناعة immunoglobulins وتركيز منخفض من اللاكتوز. ثم تنقص مستويات البروتين والدهن في الأسابيع التالية بينما يرتفع مستوى اللاكتوز. والجدول (١) يقارن بين اللبأ واللبن المنتج ١٠ أيام بعد ذلك. كما يزداد حجم اللبن الذي تنتجه البقرة أثناء المراحل الأولى للرضاعة وبعد مايصل إلى قمة الإنتاج ينزل ببطء وهذا عادة يصاحب تقدم الحمل في الحيوان.

جدول (١): تكوين اللبن عند بدء الرضاعة وعند عشرة أيام بعد ذلك.

المكون	عند بدء الرضاعة	عشرة أيام بعد الرضاعة
	(جم / ١٠٠ مل)	
الدهن	٦,٥٥	٣,٥٧
بروتين		
كازين	٥,٠٠	٢,٦٢
جلوبيولينات	١١,٠٧	٠,٦٨
لاكتوز	٢,٩٠	٤,٩٢
رماد	١,٢٢	٠,٨٢
مواد صلبة كلية	٢٦,٧٤	١٢,٦١

وإلتهاب الثدى mastitis ينتج عنه تغير تكوين اللبن مع نقص في اللاكتوز والبوتاسيوم وإرتفاع مستويات الصوديوم والكلوريد وبروتينات السيرم. بجانب ذلك يوجد عدد كبير من الخلايا الجسدية/البدنية somatic والبكتيريا. وعدد الخلايا الجسدية somatic يستخدم لمعرفة وجود إلتهاب الثدى mastitis فعدد ٢٠٠٠٠٠/مل يدل

علـى غيـاب إلتـهاب الثـدى بينمـا أعـداد مثـل ٥٠٠٠٠٠/مل تدل على جوده.

وتأثير التغذيـة معقـد ولكـن عمومـاً فالحيوانـات المغـذاة جيداً تنتج لبناً به نسبة دهن أعلا وكذلك بروتين عن الحيوانـات المغـذاة علـى غـذاء أقـل جـودة تغذوياً. ومحتـوى الدهـن وتكوين الدهـن يتأثران بكمية ونوع الدهـن فـى العلـف وكذلـك بالمركبات غير الدهنية فى العلف.

وتؤثر التغذية أثناء حفظ الحيوان فى الداخل عن التغذيـة فـى الحقـل علـى إنتـاج وتكويـن اللـبن وحجمه.

الحلب milking

يسـتخرج اللـبن مـن الضـرع بالتنشـيط اليـدوى وبإستخراج اللبن من الحلمات ويجمع اللبن فى وعاء صغير مثل جردل أو علبة. ولكن بزيادة عدد الحيوانـات فـى المزرعـة فقـد نُجـأ إلى طـرق ميكانيكية - أى مكن حلـب - فيستخرج اللبن من الحلمة والضرع بواسطة مكن نابـض pulsating machine يعمـل بـالفراغ فـى مبطنـات مطاطيـة تسمى كؤوس الحلمـات teat cups والتى تركب حول الحلمة. وفى معظم الأحيان يحمل اللبن من البقـرة إلى أوعيـة التخزيـن خـلال أنـابيب وهـذه الأوعية يخزن فيها اللبن من عدة حلبات. وعادة يتم الحلب مرتـين يومياً أثنـاء معظـم عمليـة الرضاعـة وعندما يقل الإنتاج يتم الحلب مرة واحدة يومياً. وإن كانت الأبحاث قد بينت أن حجم اللـبن يـزداد بزيادة عـدد مـرات الحلـب كثلاث مرات فـى اليـوم ولكن هذا لايجرى عادة.

ضبط التلوث بالكائنات الدقيقة
control of microbial contamination

اللبن من ضرع حيوان صحيح يحتوى عدداً قليلاً من الكائنات الدقيقة ولكن يحدث أن يزداد عدد الكائنات الدقيقة أثناء عملية الحلب ونموها يقلل من الوقت اللازم لفساد اللبن. ولذا يجب تقليل عدد الكائنات الدقيقة إلى أقل حد ممكن خلال عملية الحلب ونقل اللبن إلى أوعية التخزين. كما يجب غسل خارج الحلمة والضرع جيداً لإزالة أى متبقيات من السماد العضوى والقذارة والتى تحتوى عدداً كبيراً من الكائنات الدقيقـة. وأمثـل طريقـة لتقليل عدد البكتيريا فى اللبن هو تجفيف الضرع بقمـاش نظيـف بعـد الغسيل. أو يغسل جيداً فـى حالات القطيع الكبير.

ومصدر آخر مهم فـى التلـوث بالكائنات الدقيقة هـو الحالات الصحيـة للمطـاط والأنـابيب فـى أجـهزة الحلب فالمواد المستخدمة فى نقل وتخزين اللبن الخام يجب أن تكون مـن النـوع سـهل التنظيـف والتطـهير. فـالصلب غـير القـابل للصـدأ وكذلـك اللدائـن سـهلة التنظيـف تقـاوم أكـثر أى ضـرر ميكـانيكى عـن تلـك المصنوعـة مـن المطـاط أو الخشب أو أى مادة أخرى. وإذا ترسب الدهن أو البروتين فى الأنـابيب وأوعيـة التخزيـن فإنـه يمنع محاليل التطهير من العمل ضد البكتيريا. كما أن المطـاط إذا تشقق يصعـب تنظيفـه وتطهيـره بكفاءة.

ومصدر آخر للتلوث هو المياه المستخدمة فى غسيل الضرع والأجـهزة وتعرض اللـبن للـهواء والقمـاش القذر المستخدم فى تنظيف الضرع ووجود إلتهاب الثدى mastitis فى الضرع حيث يزداد عدد وعد

الكائنات الدقيقة. ويجب المراعاة - عند الحلب - من نقل عدوى إلتهاب الثدى mastitis من حيوان لآخر والإحتياطات هى غمس كؤوس الحلمات فى محلول تطهير كيماوى مثل الأيودوفور iodophore وتطهير الحلمات بعد الحلب بمطهر (كالايودوفور) مع إستخدام ماء جار جيد الجودة فى غسيل الضرع وإستخدام الفوط ذات الإستخدام الواحد لتجفيف الضرع بعد الغسيل. وبعد الحلب فإن أهم إهتمام يجب أن يوجه إلى تقليل عدد الكائنات الدقيقة أثناء التخزين والنقل من المزرعة إلى المصنع. ودرجة حرارة اللبن من البقرة هى ٣٧°م أى درجة حرارة الجسم. ولتقليل نمو الكائنات الدقيقة إلى أقل حد ممكن فمن الضرورى خفض درجة حرارة اللبن إلى أقل من ٥°م فى وقت قصير ولذا يستخدم مبادل حرارى ذو أطر أو أنابيب.

التخزين storage

كثير من أوعية التخزين مجهزة الآن بوحدات تبريد يمكنها خفض درجة الحرارة إلى أقل من ٥°م. وقد يخزن اللبن فى علب داخل مبرد لمدة ١-٢ يوم قبل نقله إلى المصنع. وحيث لايتوفر ذلك فى المزرعة فإن اللبن يجمع مرة أو مرتين وينقل إلى مركز تجميع حيث يبرد قبل نقله للمصنع.

وجودة اللبن من حيث الكائنات الدقيقة تتوقف على التلوث الأصلى للبن أثناء عملية الحلب وبعد ذلك فى النقل إلى أوعية التخزين ودرجة حرارة اللبن أثناء التخزين وطول مدة التخزين والجدول (٢) يبين عدد الكائنات الدقيقة فى اللبن على درجات حرارة مختلفة. واللبن المحفوظ على درجات حرارة منخفضة غالباً مايحتوى أعداداً كبيرة من البكتيريا المحبة للبرودة psychotrophic وهذه قد تنتج إنزيمات ثابتة ضد الحرارة والتى تبقى بعد البسترة وبذا فيمكنها التسبب فى عيوب فى النكهة فى الناتج النهائى. وبالعكس، فإذا لم يُبَرَّد اللبن إلا بعد ساعات من الحلب فإن عدد الكائنات الدقيقة قد يزيد إلى أكثر من ١ مليون/مل والنشاط الإنزيمى غير محتمل إذا كان عدد الكائنات الدقيقة أقل من ١ مليون/مل وتبريد اللبن بعد زيادة عدد الكائنات الدقيقة جوهرياً يزيد فقط من عمر الرف هامشياً.

وقد أقترح كطريقة لزيادة عمر اللبن فى المناطق التى لايتوفر فيها التبريد إستخدام النشاط ضد البكتيريا للنظام الإنزيمى اللاكتوبيروكسيداز lactoperoxidase فتضاف كميات صغيرة من فوق أكسيد الأيدروجين للبن لتنشيط اللاكتوبيروكسيداز. وأهم عوامل نجاح إستخدام النظام هى خفض مرات جمع اللبن إلى مرة واحدة فى اليوم تشمل عد كائنات حية منخفض نسبياً وخفض درجة حرارة اللبن إلى أقل من ١٥°م. ومن التقنيات الأخرى المستخدمة فى زيادة عمر الرف للبن هى الحرارة وإضافة ك أ٢. وأحد طرق زيادة عمر اللبن فى المزرعة هو فصل الكريمة عن اللبن الفرز واللبن الفرز يمكن إستخدامه فى تغذية الحيوانات مثل الخنازير بينما تنقل الكريمة للمصنع مرة أو مرتين أسبوعياً.

وفى البلاد التى تعانى من شتاء شديد فيجب إتخاذ الإحتياطات ضد تجمد اللبن. فتجميد وتيع اللبن

فى ظروف غير مضبوطة قد يؤدى إلى إزعاج كريات الدهن وتجميع البروتين وهذا يسبب مشاكلاً بعد ذلك فى المعاملة والتصنيع.

جدول (٢): تأثير تخزين اللبن لمدة ٢٤ ساعة على درجات حرارة مختلفة على المحتوى البكتيرى لثلاث عينات لبن ذات عدد مختلف من البكتيريا.

زمن التخزين (ساعة)	درجة حرارة التخزين (°م)	عد الطبق القياسى على ٣٠°م (وحدات مكونة لمستعمرات/مل)[1]		
		عينة أ	عينة ب	عينة ج
صفر		١٥٠٠	٤٥٠٠٠	٣٦٠٠٠٠
٢٤	٥	١٦٠٠	٤٦٠٠٠	٦٦٠٠٠٠
٢٤	١٠	١٠٥٠٠	١٢٦٠٠٠	٨٩٠٠٠٠٠
٢٤	١٥	٢٢٠٠٠٠	٨٦٠٠٠٠	٣٢٠٠٠٠٠٠
٢٤	٢٠	٥٨٠٠٠٠	١٥٧٠٠٠٠	١٢٨٠٠٠٠٠٠٠

أ: وحدات مكونة لمستعمرات (و.ك.ع CFU) colony-forming units.

نقل اللبن من المزرعة إلى محطات تجميع اللبن
transport of milk from farm to milk collection depot

فى البلاد الصغيرة يحمل المزارع اللبن إلى مركز تجميع اللبن حيث يُدَرّج اللبن تبعاً لخواصه العضوية الحسية ويوزن ثم يبرد قبل أن ينقل إلى مصنع أكبر لتصنيع اللبن. وعدد مراكز تجميع اللبن يتوقف على كثافة القطعان وسهولة نقل اللبن من المزرعة. ومركز تجميع اللبن قد يكون مملوكاً تعاونياً بواسطة المزارعين أو مملوكاً بواسطة مصنع اللبن وفى بعض البلاد يُشترى اللبن بواسطة شخص متوسط من المزارعين وينقل إلى المصنع.

وفى المناطق حيث تنتج المزارع كميات كبيرة من اللبن وطرق النقل أكثر تقدماً فإن المصنع قد يجمع اللبن من المزرعة مرتين يومياً أو مرة يومياً أو كل يومين. وعدد مرات تجميع اللبن يتوقف على ظروف التخزين للبن فى المزرعة وعلى حجم اللبن وعلى المسافة من المصنع. وإذا لم يتم تبريد اللبن فى المزرعة فهو يبرد مباشرة عند الوصول إلى المصنع قبل تخزينه. وتستخدم تنكات معزولة لنقل اللبن المبرد. ويختبر اللبن لتكوينه ومعالم الجودة الأخرى فى المصنع.

الإختبار للدفع والجودة
testing for payment & quality

تستخدم عدة إختبارات على اللبن الخام فالمزارع قد يتم الدفع له تبعاً لكمية اللبن ونسبة الدهن والمكونات الأخرى مثل البروتين وإذا كان اللبن مغشوشاً بالماء وعدد البكتيريا ومتبقيات المضادات الحيوية والكيماويات الأخرى والخلايا الجسدية somatic والمواد الغريبة كالقذارة. وفى بعض البلاد فإن الهيئات المنظمة تقرر أقل مستوى جودة للبن. وطرق التحليل تتوقف على معالم الجودة وقياس الجودة والدقة المطلوبة والتقنيات المتاحة.

الدفع payment: تاريخياً أستخدمت كمية اللبن ومحتوى الدهن كأساس للدفع وحيث اللبن يستخدم للإستهلاك فى صورة سائل فإن الدفع للمزارع يكون على أساس كمية اللبن بحيث أن اللبن يحتوى على الأقل أقل محتوى من الدهن والمواد الصلبة غير الدهنية (م.ص.غ.د SNF)

ويقابل مقاييس جودة أخرى . وحيث اللبن يستخدم فى أغراض التصنيع فهو يشترى عادة على أساس محتوى الدهن بإعتبار أن نسبة الدهن كانت سهلة التقدير. ولكن تحسن طرق التحليل وإستخدام أجهزة الأشعة تحت الحمراء لتقدير المواد الصلبة غير الدهنية والبروتين نتج عنها أنه فى بعض البلاد والشركات أستخدمت طرق مبنية على أساس الدهن والبروتين أو المواد الصلبة غير الدهنية وكمية اللبن مما يعرف بإسم الدفع التكوينى compositional payment وعدد مرات إختبار اللبن للدفع يتوقف على الظروف المحلية.

الجودة quality: فى البلاد المتقدمة حيث القطعان كبيرة واللبن يستخدم أساساً لأغراض التصنيع فإن الإختبارات المستخدمة أساساً لتقدير جودة اللبن بجانب التحليل التكوينى تتضمن عد البكتيريا الكلى ووجود متبقيات المضادات الحيوية ووجود الماء المضاف وعدد البكتيريا المقاومة للحرارة thermoduric ووجود مواد غريبة أو رواسب وعدد الخلايا الجسدية somaticv ومتبقيات اليوديد iodide والمبيدات والكيماويات الأخرى. والجدول (٣) يلخص المقاييس بالمعالم المختلفة:

وفى بعض البلاد إختبارات الجودة للبن مثل الثبات للكحول وإختزال أزرق الميثيلين أو إختبار ريزازورين resazurin تستخدم لتحديد مدى التلوث بالكائنات الدقيقة بينما يحدد تقدير الكثافة النوعية الغش بالماء والمواد الأخرى.

وعادة عدم التقيد بمقاييس الجودة يقابله عقوبات كرفض اللبن لمدة معينة أو الدفع بأقل من المستوى العادى.

جدول (٣): مقاييس الجودة المختلفة للبن الخام.

عد الطبق	٥٠٠٠٠–٣٠٠٠٠٠ مستعمرة/مل
نقطة التجمد	-٠,٥٤٨ إلى ٠,٥٢٠°م
متبقيات المضادات الحيوية[١]	٠,٠٠٢٥–٠,١ ميكروجرام/مل
إختزال أزرق الميثيلين	>٥ ساعات
الخلايا الجسدية somatic	٢٥٠٠٠٠–٧٥٠٠٠٠ / مل
خلايا بكتيرية مقاومة للحرارة thermoduric	٣٠٠٠–٣٠٠٠٠ / مل

ا: مقاس كمواد مثبطة مقارنا بنشاط البنسلين ز G.

الخطر على الصحة العامة الممكن
potential public health risks

إستهلاك اللبن غير المبستر فيه المخاطر الآتية: نقل المرض من الحيوان، نقل المرض من مناولى الألبان قبل الإستهلاك، نمو الكائنات غير المرغوبة فى اللبن. والبكتيريا الممرضة التى قد تفرز فى اللبن تشمل *Mycobacterium tuberculosis*، *Staphylococcus aureus*، *Brucella abortus*، *Eschericia coli*، *Streptococcus agalacticae*، *Leptospira* spp.، *Listeria monocytogenes*، *Coxiella burnetti*. وقد أدى الإشراف الطبى البيطرى فى كثير من البلاد إلى خفض مخاطر نقل السل والبروبيليات brucellosis إلى الإنسان. وفيما عدا *C. burnetti* والتى تتطلب معاملة حرارية أعلا من المتبع فى البسترة فإن كل الكائنات الأخرى تقتل بالبسترة الكفأة.

ومناولوا الألبان قد يسببوا مشاكلاً إذا كانوا مصابين بـ *Salmonella* sp. خاصة *Salmonella typhi* أو *Streptococcus pyogenes* ويلوثوا الألبان أثناء الحلب أو التخزين أو النقل. وقد وجد أن عدداً من حالات التسمم بواسطة سلالات *Campylobacter* مسئول عنها اللبن الخام. ومعاملة اللبن بالبسترة تمنع هذه الحالات. وكثير من الهيئات توصى برفع درجة حرارة اللبن إلى الغليان قبل إستهلاكه فى المنزل وهذا بجانب أنه يقتل الكائنات الدقيقة المسئولة عن المرض فإنه يطيل من عمر الرف للبن بقتل كثير من البكتيريا المفسدة للبن.

البيع المباشر من المزرعة للجمهور
direct sales from farm to the public

يتوقف عدد المرات على الدولة وهو شيء ممنوع فى بعض البلاد بينما يسمح به إذا كان القطيع يشرف عليه بيطرى لمعرفة غياب الأمراض المعنية. ويقوم البيطرى بالإشراف على الحلب والتخزين والتعبئة. وقد يقوم بعض الفلاحين بمعاملة اللبن حرارياً بطريقة الدفعات أو طريقة بسترة بدرجة حرارة مرتفعة وزمن قصير بينما يقوم آخرون ببيع اللبن خاماً أو غير مبستر وفى هذه الحالة على الجهات الصحية أو الزراعية التفتيش على المزارع وإختبار أن المنتجات لايوجد منها خطر صحى. ولكن ربما فى بلاد أخرى فإن مراقبة الخطر على الصحة قد يتراوح مابين أقل مايمكن إلى عدم وجوده بالمرة.

(Macrae)

معاملة اللبن السائل
processing of liquid milk

اللبن يبع أولاً كلبن كامل مسخن ومعبأ فى أوعية تعاد مثل الزجاجات والآن تغير طلب المستهلك وتقدمت التقنية فأصبحت أنواع اللبن السائل تتراوح مابين لبن فرز أو بدون دهن أو لبن منخفض الدهن أو لبن مرتفع الدهن إلى لبن منخفض الدهن مرتفع البروتين وقد يباع كلبن له نكهته الطبيعية أو بعد إضافة نكهات مثل الشكولاتة والقهوة والفراولة. وهذه المنتجات يمكن أن تسخن بإستخدام البسترة التقليدية أو بإستخدام درجة الحرارة الفائقة (د.ح.ف UHT) .وتحتوى الألبان المنكهة عادة سكراً مضافاً ولوناً وعوامل تنكية + مضافات مثل المثبتات. ومدى النكهات المضافة للبن تعتمد على السوق فاللبن الشكولاتة مرغوب فى كثير من البلاد كما أن الألبان المخلوطة بعصير الفاكهة أو لبها منتشرة أيضاً (الجدول ٤).

جدول (٤): التكوين الكيماوى لمختلف أنواع الألبان [1] (مجم/١٠٠جم من المنتج).

المنتج	الدهن	المواد الصلبة غير الدهنية	المواد الصلبة الكلية
اللبن الكامل	٤,٠-٣,٨	٨,٥<	١٢,٣<
لبن فرز	٠,١	٨,٥<	٨,٦<
لبن عالى الدهن	٦,٩-٥,٠	٨,٥<	١٣,٥<
لبن منخفض الدهن	٢,٠-١,٠	٨,٥<	٩,٥<
لبن منخفض الدهن مرتفع البروتين	٢,٠-١,٠	١١,٣	١٣,٣-١٢,٣

ا: الألبان المنكهة تصنع بإضافة السكروز ولون ولكهة للتركيبات الموصوفة.

والألبان قد تباع بإضافة فيتامينات أ ، د كما أضيف الكالسيوم للبن نظراً لتعرض البعض لمرض هشاشة العظام osteoporosis واللبن منخفض اللاكتوز والذى يصنع بإضافة إنزيم اللاكتاز للبن قبل أو بعد المعاملة بالحرارة يصلح لأولئك الحساسين لللاكتوز.

كذلك فهناك ألبان تحتوى *Lactobacillus acidophilus* ، *Bifidobacterium* spp. لمساعدة الأشخاص ذوى المِعَد الحساسة. وفى بعض البلاد اللبن منخفض الدهن يمثل اللبن أكثر من نصف بيع الألبان كلها.

تجميع وتخزين اللبن الخام

collection & storage of raw milk

توجد مصانع الألبان بالقرب من المدن وينقل اللبن فى تنكات كبيرة إلى مصانع الألبان من أماكن تجميع اللبن فى الريف ويبرد اللبن عادة قبل نقله وبعض مصانع الألبان تستلم اللبن مباشرة من المزارع.

وعند الوصول إلى مصانع الألبان يختبر اللبن لصفات الجودة مثل درجة الحرارة والنكهة والرائحة ووجود مواد غريبة والكمية. وقد تؤخذ عينات لتحديد الدهن والمواد الصلبة غير الدهنية وعدد البكتيريا ونقطة التجمد ووجود بقايا مضادات حيوية وكل هذا يتوقف على متطلبات هيئات المراقبة وعلى برنامج الجودة للشركة.

وبعد قبول حمولة التنكات يضخ اللبن إلى وعاء التخزين وقد يرشح أثناء الضخ لإنقاص مستوى المواد الغريبة. وقد يكون من الضرورى تبريد اللبن إلى ٥°م لتقليل نمو الكائنات الدقيقة الملوثة وذلك عن طريق مبادلات حرارية ذات الألواح plate heat exchangers. وعموماً فإن التخزين لايزيد عن ٤٨ ساعة على أقل من ٥°م . والتخزين أعلا من ٥°م يشجع نمو البكتيريا المحبة للبرودة مما ينتج عنه عيوب عضوية حسية.

ويتم تقليب اللبن ببطء فى أوعية التخزين حتى لاينفصل الدهن وذلك عن طريق المقلبات الميكانيكية أو إمرار هواء مضغوط فى اللبن. ويجب أن يلاحظ ألا تضطرب حبيبات الدهن لتقليل إحتمال حدوث تحلل دهنى.

التحضير preparation: قد تعدل نسب الدهن والمواد الصلبة قبل شحن اللبن إلى مصانع الألبان. وبالنسبة للبن الفرز فالدهن يلزم إزالته. بينما اللبن منخفض الدهن عالى المواد الصلبة قد يحتاج إلى فصل وإضافة جوامد اللبن على شكل مسحوق لبن فرز أو مركز لبن فرز. وفى تحضير اللبن المنكه يضاف سكر ونكهة وألوان ومضافات أخرى بالكميات اللازمة.

إعادة التكوين recombination: حيث أن كمية اللبن الخام تتماوج أو إنها غير كافية فإن دهن اللبن على هيئة زبد أو مواد صلبة لبنية على شكل كريمة كاملة أو مسحوق لبن فرز قد تستخدم لتحضير اللبن معاد التكوين أو معاد الإرتباط وإعادة التكوين قد تستخدم حيث اللبن المتاح له محتوى دهن عالٍ. ويتم إختيار الزبد أو الزبد غير المملح أو مسحوق اللبن جيداً وتخزن لضمان حفظها جيداً وغياب أى نكهات غير مرغوبة فى المنتج النهائى.

• المعاملة الحرارية heat treatment
يعامل اللبن حرارياً لقتل الكائنات الدقيقة الموجودة في اللبن الخام وهذا يجعل اللبن ماموناً للشرب كما يطيل عمر الرف. ويستخدم لذلك البسترة ودرجة الحرارة فائقة العلو UHT والتعقيم والبسترة هي الأكثر إستخداماً وعمر الرف يتوقف على نوع المعاملة الحرارية.

البسترة pasteurization: مع اللبن يستخدم إرتباط مابين الزمن ودرجة الحرارة يكفي لقتل الكائن *Mycobacterium tuberculosis* بدون التأثير على النكهة أو اللون أو القيمة الغذائية للبن. ويستخدم طريقتان: البسترة على دفعات حيث يحتفظ باللبن على درجة حرارة معينة لمدة طويلة أو بسترة على درجة حرارة عالية وزمن قصير (د.ح.ع.ز.ق HTST) بإستخدام درجات حرارة أعلا لمدد قصيرة نسبياً. والبسترة على دفعات تتم على ٦٢ - ٦٣°م لمدة ٣٠ - ٣٥ق وعلى د.ح.ع.ز.ق HTST لمدة ١٥ ثانية على ٧٢°م. وقد تزداد إرتباطات درجة الحرارة والزمن للبسترة لكي تكون كفأة لمنتجات مثل اللبن المنكه ذى المستويات الأعلا من المواد الصلبة أو تنقص للبن الفرز لتقليل الضرر للنكهة واللون.
وتجرى عملية البسترة على دفعات بإستخدام التقليب البطيء للبن في أوعية ذات جاكتات يمكن تسخينها وتبريدها. أما في د.ح.ع.ز.ق HTST فإن معدل مرور اللبن يكون عالياً وقد يصل إلى ٥٠٠٠٠ لتر/ساعة. وتكاليف الطاقة تنقص بإستخدام اللبن المسخن لتدفئة اللبن الداخل

ويستخدم المبادل الحرارى ذى الألواح في البسترة حيث يعطى مساحة سطح كبيرة وعندما يصل اللبن إلى درجة الحرارة المرغوبة (٧٢°م) فإنه يدخل إلى أنبوبة الإحتفاظ لضمان أن كل جسيمات اللبن تبقى على الأقل ١٥ ثانية في الأنبوبة وتقاس درجة حرارة اللبن في الأنبوبة. وإذا نقصت درجة الحرارة عن الدرجة المرغوبة يفتح صمام تحويل يوجه اللبن غير المعامل مرة أخرى إلى تنك التوازن. ويجب الكشف بإنتظام لضمان أنه ليس هناك لبن خام يلوث المنتج المبستر. كما قد يستخدم المبادل الحرارى ذى الأنابيب وفيه تنتقل الحرارة خلال الأنبوب وهى أرخص في الصيانة ويمكنها أن تعامل منتجات أكثر لزوجة عن المبادل ذى الألواح plate heat exchanger.

درجة الحرارة فائقة العلو ultrahigh treatment: تم الوصول إلى معاملة اللبن بدرجة الحرارة فائقة العلو لتقليل الضرر لمكونات اللبن إلى أقل حد ممكن والذى يمكن أن ينتج عن التعقيم العادى حيث يمكن قتل أو تثبيط الكائنات الدقيقة بحيث أن إحتمال الفساد عن طريق الكائنات الدقيقة يكون أقل مايمكن أثناء التخزين والنقل والمنتج يسمى معقم تجارياً بينما العملية تسمى معاملة حرارية فائقة أو على درجة حرارة فائقة العلو. وهى طريقة آخذة في الإنتشار حيث يزيد عمر الرف من أيام إلى أشهر ويمكن نقل وتخزين اللبن المعامل بها بدون تبريد واللبن المعامل بهذه الطريقة يختلف عن اللبن المبستر ومذاقه محروق burnt أو

مطبوخ وله نكهة كبريتية والتى تختفى مع التخزين. وربما كان له لون بنى خفيف وتتراوح درجة الحرارة مابين ١٣٠ - ١٥٠ °م لمدة ١-٣ ثانية وتختلف من بلد إلى آخر والمنتجات ذات المواد الصلبة الزائدة تحتاج إلى درجات حرارة أعلا أو زمن أطول لضمان معاملة حرارية كفاة.
ودرجة الحرارة فائقة العلو يمكن أن تتم بعدة طرق فإما طرق مباشرة مثل حقن البخار فى اللبن أو إدخال اللبن فى غرفة بخار أو طرق غير مباشرة بإستخدام مبادلات حرارية حيث يعزل اللبن من وسط التسخين. والمنتجات اللزجة أو التى تحتوى على جسيمات فربما أضطر إلى إستخدام مبادلات حرارية ذات سطوح مكشوطة scraped surface heat exchangers. وفى حالة إستخدام البخار المباشر فى تسخين اللبن فيجب ألا يحدث تخفيف للبن وأن يكون البخار يصلح للإتصال المباشر باللبن. وتحفظ المنتجات مطهراً لضمان أمثل عمر رف كما أن اللبن الخام يجب ألا يحتوى أى أنزيمات - تنتجها الكائنات الدقيقة - ثابتة للحرارة فيتسبب عنها تكون جل فى المنتجات المخزنة. وقد تستخدم الأجهزة لتسخين اللبن إلى ١٣٠ °م بدون مدة إحتفاظ، ممايساعد على جعل عمر الرف الضعف للمنتجات المحفوظة تحت ظروف غير مطهرة nonaseptic.

التعقيم sterilization: إستهلاك اللبن المعقم تضاءل بعد إدخال المعاملة بدرجة الحرارة فائقة العلو UHT وتحسين التخزين والتوزيع للبن المبستر. ومصطلح "المعقم" يستخدم لوصف اللبن الذى عومل بدرجات حرارة تفوق ١٠٠ °م ومعبأ فى أوعية محكمة ضد الهواء. وهذه المعاملة تؤدى إلى نكهة محروقة مكرملة ولون بنى وقد يعبأ قبل أو بعد المعاملة الحرارية فإذا عبأ بعد المعاملة الحرارية فالوعاء يجب أن يكون معقماً وأن يملأ تحت ظروف مطهرة aseptic.

التجنيس homogenization: يحتاج كثير من الألبان السائلة إلى التجنيس لمنع فصل الدهن أثناء التخزين والتوزيع. وفى هذه العملية يتم تكسير حبيبات الدهن لتكوين حبيبات أصغر لاتتجمع وتصعد إلى السطح. والتجنيس يتم قبل المعاملة الحرارية بالبسترة على درجة حرارة ٦٠ - ٧٠ °م. وهى تتم على خطوتين الأولى على ضغط ١٤٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ كيلو باسكال والثانية على ٣٥٠٠ كيلو باسكال.

التعبئة packaging: بعد المعاملة الحرارية تعبأ منتجات اللبن بدون تأخير وهذا يقلل من إحتمال التلوث بعد البسترة والذى يؤثر على عمر الرف. وكانت الزجاجات التى تعاد تستخدم أولاً ولكن الآن يستخدم كرتونات ورق مقوى وزجاجات لدائن وأكياس صغيرة sachets ورقائق معادن foil ولدائن وورق مقوى. وكثير منها لايعاد فهى لاتحتاج إلى أجهزة تعقيم.
وإختيار نوع العبوة وطريقة التعبئة يحتاج إلى إعتبار عوامل كثيرة فالغرض الأساسى من تعبئة منتج ما هو المحافظة على خواصه الغذائية وجودة الناتج أثناء التخزين والتوزيع والنقل. كما يجب إعتبار أمان مواد التعبئة وتكاملها مع المنتج

compatibility والتصحاح hygiens والدقة وكفاءة عملية التعبئة وأجهزتها ووظائف التسويق وتقبل المستهلك وإستهلاك الطاقة والتأثير على البيئة والناحية الإقتصادية عند إختيار مواد التعبئة. وتعقيم مواد التعبئة وأجهزة الملء يؤدى إلى إطالة عمر الرف بالنسبة للبن المبستر. وعند إستخدام درجة الحرارة فائقة العلو فيجب تعقيم الأجهزة ومواد التعبئة لضمان أنه لايدخل أى كائنات دقيقة إلى المنتج. وهذا يحتاج إلى تنظيف شديد وطرق تصحاح sanitization ومراقبة الجودة.

التخزين والتوزيع storage & distribution:

هذه الخطوة مهمة وقد تقررها الهيئات المشرفة. وفى حالة اللبن المبستر فدرجة الحرارة بعد البسترة تؤثر على عمر الرف. وتعمل كثير من أوعية اللبن كعوازل وعلى ذلك فدرجة حرارة اللبن عندما يترك المُبَسْتِر حرجه لضمان أن اللبن يكون له عمر رف أمثل. ودرجة الحرارة ذات الكفاءة فى التخزين البارد تتوقف على عوامل مختلفة مثل درجة حرارة الجو الخارجى ودرجة حرارة المنتج الداخل ومقدرة التبريد وعزل غرفة التبريد. ويجب أن تبقى درجة حرارة اللبن تحت ٥°م لضمان عمر رف أمثل. وإذا إنخفضت درجة حرارة اللبن تحت الصفر المئوى فإن هذا يجمده ويتأثر اللبن أثناء عملية التبع. كما يجب ألا يحدث تلوث للبن أثناء التخزين والتوزيع لمنع النكهات غير المرغوبة التى قد تصل إلى اللبن عن طريق الإتصال القريب بالكيماويات والأغذية الأخرى. وأى ضرر ميكانيكى للحاوية قد يتسبب فى تلوث المحتويات بالكائنات الدقيقة وغيرها.

العوامل المؤثرة على عمر الرف

factors influencing shelf-life

يُعَرَف عمر الرف لمنتجات الألبان بأنه المدة بين التصنيع أو المعاملة وإعتبار المنتج غير صالح للإستعمال بواسطة المستهلك. ويمكن إعتبار المنتج غير صالح للإستهلاك نتيجة عيوب فى النكهة أو تغير فى المظهر الفيزيقى. والعوامل المؤثرة على عمر الرف فى اللبن المبستر تشمل:

١- وجود بكتيريا مقاومة للحرارة thermoduric bacteria والتى تستطيع أن تنمو تحت ظروف التبريد مثل *Bacillus cereus* ، *B. circulans*.

٢- وجود بكتيريا محبة للبرودة psychrotrophic فى المصنع بعد المعاملة الحرارية والتى تنمو تحت التبريد وتسبب فساداً.

٣- درجة الحرارة بعد المعاملة الحرارية فاللبن يجب أن يخزن – مثالياً – على درجة حرارة ١ إلى ٢°م لتقليل نمو البكتيريا المحبة للبرودة الموجودة فى اللبن من إحداث تلوث بعد البسترة. ولكن درجة حرارة ١ إلى ٢°م غير ممكنة فى كثير من الحالات ويوصى بدرجات حرارة من ٤ – ٧°م. ودرجات الحرارة المرتفعة تسمح للبكتيريا بالنمو بسرعة مما يخفض من الزمن اللازم للفساد.

٤- وجود إنزيمات ثابتة للحرارة أنتجتها البكتيريا المحبة للبرودة فالبكتيريا تقتلها البسترة أو درجات الحرارة فائقة العلو ولكن الإنزيمات تبقى ويمكنها تكسير البروتينات والدهون، وهذا واضح أكثر مع المعاملة بدرجات الحرارة فائقة العلو. ويحتاج عادة إلى أعداد كبيرة

لإنتاج الإنزيمات وعلى ذلك فالأعداد الصغيرة في اللبن الطازج تقلل من هذا الخطر.

٥- عمل الليباز على حبيبات الدهن المتضررة في اللبن الطازج ينتج عنه نكهات متزنخة في المنتج النهائي. والحبيبات قد تتضرر أثناء الضخ pumping أو التقليب والإحتفاظ بدرجة الحرارة تحت ٤°م يقلل من نشاط التحلل الدهني بينما الليباز يُثبط أثناء البسترة.

٦- نمو الكائنات الدقيقة في اللبن الخام ينتج عنه ضرر لجوامد اللبن كنتيجة لنشاطها الأيضي ومناولة اللبن بعد ذلك قد ينتج عنه ترسب البروتينات أو نكهات غير مرغوبة. وأعداد زيادة عن ٥ مليون/مل لازمة عادة لهذا العيب.

٧- درجات الحرارة الزائدة (> ٧٥°م) أثناء البسترة يمكن أن تنبت جراثيم الكائنات الدقيقة الموجودة في اللبن الخام وهذه تنمو تحت درجات حرارة منخفضة.

وقد تنتج الروائح الغريبة من تعرض اللبن للشمس أو الضوء الصناعي والتعرض للشمس ينتج عنه نكهة منشطة activated flavor وهذا النوع من النكهة غير المرغوبة ينقص مع الزمن أما النكهة المؤكسدة الناتجة عن الضوء فهي قوية وغير مرغوبة ولاتنقص مع الزمن ولذا يستخدم كثيراً مواد تعبئة معقمة في مصانع الألبان لإنقاص هذا العيب.

مراقبة الجودة quality control

أهم نقاط نظام مراقبة الجودة:

١- الفحص للمواد الخام للخواص العضوية الحسية والتكوين بجانب الفحص لمواد التلوث مثل الماء المضاف والمواد الغريبة والمتبقيات والبكتيريا.

٢- مراقبة درجة حرارة اللبن أثناء التخزين وإستخدام المعاملة الحرارية مع تسجيلها على خرائط.

٣- مراقبة كفاءة عملية البسترة الحرارية بإستخدام إختبار الفوسفاتيز القلوي وإستخدام صمام إنسياب للتحويل.

٤- مراقبة كفاءة عملية التجنيس.

٥- إختبار المنتج ليطابق المواصفات.

٦- مراقبة كفاءة عملية التنظيف والتصحاح بالنظر، وبأخذ عينات لتحديد وجود تلوث بعد البسترة.

٧- مراقبة الحجم في الوحدات المُعَبَأة.

٨- مراقبة كفاءة تكوين وقفل الأوعية مع مراقبة طريقة تقديم العبوة.

٩- مراقبة درجة الحرارة في التخزين والتوزيع.

ويتوقف نظام ضبط جودة كامل على متطلبات المعاملة للمصانع المختلفة. وإختيار إختبارات المراقبة يجب أن يعطي نتائج سريعة لإعطاء العامل فرصة إتخاذ عمل تصحيحي عوضاً عن دقة تحليلية. (Macrae)

الخواص الكيماوية والفيزيقية
physical & chemical properties

اللبن مخلوط معقد من البروتينات والدهن واللاكتوز والمعادن والفيتامينات في الماء (الجدول ٥). وهذه المكونات لها أهميتها الغذائية

وسلوك بعضها مهم فى معاملة اللبن إلى أغذية أخرى كالجبن والكريمة. فى المتوسط يحتوى اللبن حوالى ٣,٥٪ بروتين، ٣,٦٪ دهن، ٤,٩٪ لاكتوز، ٠,٧٪ معادن، ٨٧٪ ماء ومعظم الماء حر ولكن كمية صغيرة تميؤ hydrates اللاكتوز والأملاح وبعضها مرتبط بالبروتينات.

الجدول (٥): تركيب لبن البقر.

المكون	التركيز (جم/لتر)
بروتينات	
كازينات	٤٨-٢٤
αس١: أ،ب،ج،د	١٥-١٢
αس٢: أ،ب،ج،د	٤-٣
β: أ١، أ٢، أ٣، ب، ج، د، هـ	١١-٩
K: أ، ب	٤-٣
أجزاء الكازينات	
γ١، γ٢، γ٣ من β-كازين	٢-١
بروتينات الشرش	٧-٥
β-لاكتوجلوبيولينات أ،ب،ج،د	٤-٢
α-لاكتالبيومين أ،ب	١,٥-١
البيومين السيرم	٠,٤-٠,١
جلوبيولينات المناعة	١-٠,٦
بروتيوز-بيتونات من تكسير γ-كازينات وبروتينات الشرش	
ليبيدات	
جليسريدات ثلاثية	٤٦-٣٢
جليسريدات ثنائية	٠,١٧-٠,١
جليسريدات أحادية	٠,٠١٣-٠,٠٠٩
كوليسترول	٠,١٥-٠,١
أسترات الكوليسترول	آثار
أحماض دهنية حرة	٠,٠١٣-٠,٠٠٩
فوسفوليبيدات	٠,٣-٠,٢
لاكتوز	٥٢-٤٤
أملاح[أ]	
كالسيوم	(٠,٥) ١,٤
مغنسيوم	(٠,٠٨) ٠,١
فوسفور غير عضوى	(٠,٣٦) ٠,٩٦
سترات	(١,٤) ١,٦
صوديوم	٠,٥٩
بوتاسيوم	١,٤
كلور	١,١

أ: التركيز الكلى مع الذائب بين الأقواس.

التكوين الكيماوى chemical composition

البروتينات the proteins: البروتينات يمكن تقسيمها إلى الكازينات والبروتينات الذائبة ومنها الإنزيمات. والكازينات تبلغ نسبتها ٨٠٪ من البروتين الكلى وتكاد تكون منتظمة فى وحدات من جزيئات كبيرة macromolecular units تسمى "تجمعات غروية لجزيئات/مُذَيْلات micelles" (ستسمى فيما بعد مُذَيْلات) والكازينات الرئيسية هى αس١-كازين α_{s1}-casein ، αس٢-كازين α_{s2}-casein ، β-كازينات ، K-كازينات مع كازينات أخرى صغيرة مشتقة بالتحلل البروتينى والجليكسلة glycosylation أو الفسفرة phosphorylation أما البروتينات الذائبة (أو بروتينات الشرش لأنها تنفصل مع الشرش أثناء صناعة الجبن) فتتكون بترتيب تناقصها من: β-لاكتوجلوبيولينات β-lactoglobulins ،

α-لاكتاليومينـــــــــــات α-lactalbumins ، جلوبيولينــــات المناعــــة immunoglobulins والبيومين السيرم serum albumin. وهناك أيضا عدد مـن البروتينـات المتصلـة بالأغشـية المحيطـة بحبيبات الدهـن. وكـل البروتينـات خاضعـة للتغـير الوراثي والأشكال الأربعة للكازين في الوراثة يظهر أن لها مواضع loci متقاربة.

الكازينــــــات the caseins: α_{s1}-كازين α_{s1}-casein لـه أربعـة متغـيرات أ A، ب B، ج C، د D وأكثرها عموما هـو الـ ب B والذى له كتلة جزيئية كـ ج M_r ٢٣٦١٢. وسلسلة عديـد الببتيـد لهـا ثـلاث مناطق محددة قوية في عدم حبها للماء strongly hydrophobic ، ومنطقـة أخـرى مشـحونة سـالبا بشحنة عالية بينما باقى الجـزىء أساسـا متعـادل. والمناطق غير المحبة للمـــــاء الثـــلاث ١-٤٤، ٩٠ - ١١٣ ، ١٣٢-١٩٩ من المتغير ب B variant تحتوى ٢١، ٨، ٣٠ متبقيات غير محبة للماء (ألانين، فالين، لوسين، أيزولوسين، برولين، فينيل ألانـين، تربتوفـان، ميثيونـين) بالتتـابع. والمنطقـة ٤١-٨٠ تحتوى عنقودا cluster مـن متبقيات فوسفوسيريل phosphoseryl وهـذه تكـون مشحونة جـدا عنـد رقـم جهد ٦،٦. والجزىء لـه تركيب α-حلقـى -α helical قليل أو لايوجد وكذلك كمية صغيرة جدا من تركيب β β-structure أساسا عند المنحنيات around turns وكثـير مـن حلـزون إعتبــاطى random-coil.

والكازينـات α_{s2} (متغير أ A، ب B، ج C، د D) هـى الأكثر حبا للماء من كل الكازينات لأنها تحتوى ١٠ -١٣ متبقيـات فوسفوسـيريل. وفـى سلسـلة عديـد الببتيـد مـن المتغـير أ A (كـ ج M_r ٢٥٣٨٨) هــذه الموجـودة فـى المتبقـى ٨- ١٦، ٥٦ - ٦١، ١٢٩ - ١٣٣ معنقـدة clustered. والمنـاطق غـير المحبـة للماء تقع عند ٩٠-١٢٠ ، ١٦٠-٢٠٧. والنهايـــة كـ C-terminal موجبة الشحنة وتحتوى إما متبقيات قاعدية أو متعادلة فقط ولها صافى شحنة + ٩،٥ على رقم جهد ٦،٦ مقارنة بصافى شحنة -٢١ للمتبقيات ٦٨ الأولى من النهاية ن N-terminal. وعلـى ذلك فالتفـاعلات الأليكتروسـتاتية (الكهربيــة السـاكنة) electrostatic قد تكون مهمة لثباتها التركيبى.

والـ β-كازين يوجد فى خمسة متغيرات وراثيـــة (أ^1 A^1، أ^2 A^2، أ^3 A^3، ب B، ج C، د D، هـ E) وهـو أكثر الكازينات فى عدم حبه للماء. و كـ ج M_r للمتغير أ^2 A^2 هـو ٢٣٩٨٠ والمتبقيات الـ ٢١ مـن النهايـة ن N-terminal عليها شحنة -١٢ عنـد رقـم جهد ٦،٦ بينما المنطقة غير المحبة للمـاء (مـن تقريبا ٦٩ - ٢٠٩) ليس لها أى شحنة صافيـة. ولـه علـى الأقل عنقود واحد من متبقيات فوسفوسيريل (١٥ - ١٩). وكما فى كازين α_{s1} المنطقة غير المحبة للماء هى غالبا "حلزون إعتباطى".

وأصغر الكازينات هو كازين κ (كـ ج M_r ١٩٠٣٧) وهو يوجـد فـى متغـيرين رئيسـين أ A، ب B. وبعكـس الكازينات الأخرى ليـس لـه عنـاقيد فوسفوسـيريل ولكـن لـه سلاسـل سـكرية رباعيـة متصلـة بمتبقيـات ثريونيل threonyl ٣١، ٣٣، ٣٥ وإلى ٣٦ (متغير أ A فقط) ونهاية ن N-terminal غير محبة للماء بينما النهاية الأخرى قطبية وليس بها أى متبقيات حمض أسبارتيك أو حمض جلوتاميك. وعنـــد جهد ٦،٦

فـإن المتبقيــات مــن النهايــة لـ C-terminal + سلاسل الكربوايدرات تعطى شحنة سالبــة -١٦ أو -١٧ ويتوقـف علـى المتغـير variant. وداخـل المنطقة غير المحبة للماء يوجد متبقيات سيستئينيل cysteinyl والتـى تكـون - عندمـا يعـزل هــذا البروتين من اللبن - روابط ثنائية الكبريتيد بين الجزيئات. والمعتقد أن ثنائي الكبريتيد يوجد في الخلية *in vivo* حيث يوجد نشاط أكسيداز أو سلفهيدريل sulphydryl في اللبن الخام. وعلـى ذلك فهذا الجـزىء حمقلـى amphoteric جـداً ويلعب دوراً حرجاً فى تخثر اللبن coagulation محفــزاً بالكيموســين chymosin. والدراســات التركيبية للجزىء أظهرت أن النهاية ن غير المحبة للماء (١-١٦٩) مرتبة جيداً جداً مع تركيبات كل من α-حلزون ، β-صفحة sheet. وهناك دليـل قـوى بـأن نهايــة الببتيد الكبير للجـزىء علـى السطح.

بروتينات الشرش the whey proteins: بروتينات الشـرش هـى بروتينـات كرويـة globular منظمـة جيداً فالـ β-لاكتوجلوبيولين يوجد على الأقل منه أربعة متغيرات وراثيـة وأكثرهـا أ A، ب B. وعـادة يعـزل كَمَثْنَـوى dimer ولـه كتلـة جزيئيـة ك ج M_r ~٣٦٧٠٠. والموحـود monomer يحتـوى خمس متبقيـات سيستئينيل منـها (٦٥ ، ١٦٠) معروف أنـها تكون كوبرى ثنائي كبريتيد disulphide واثنـان من الثلاثة الباقية تعمل نفس الشيء ولكـن ليس معروفـاً أى زوج تمامـاً فـالجزىء متفـاعل جـداً ويستطيع أن يكـون روابـط ثنـائى الكبريتيد بـين الجزيئات وداخلها خاصة عند التسخين إلى درجة حرارة أعلا من ٦٥°م.

والـ α-لاكتالبيوبين له ثلاثة متغيرات وراثية أ A، ب B ، ج C حيث يوجد ب B فـى السلالات الغربيـة للماشية وهـو جزىء صغير له كتلة جزيئيـة ك ج M_r حـوالى ١٤٠٠٠ وله أربع روابـط ثنـائى كبريتيــد ولكنها أقل تفاعلاً كثيراً عن تلـك الموجـودة فــى الـ β-لاكتاجلوبيولين ولـه تماثل homology كبير مع الليسوزيم، فـ ٤٧ متبقـى مـن الـ ١٢٣ متماثلـة والأخريات تحل محلها بتحفظ conservative replacements. وقد أقترح لكل من البروتينين تركيب مشابه ثلاثى الأبعاد. والـ α-لاكتـالبيومين ليـس إنزيمـاً ولكنـه يعمـل كمُحَـوِر لترانسـفيراز الجالاكتوزيل galactosyl transferase والذى يخلق اللاكتوز فى غدد الثديات.

وجلوبيولينـات المناعــة والبيومــين ســيرم البقــر bovine متماثلـة مـع البروتينـات الموجـودة فــى سيرم الدم والتى تنتج فى اللبن بالنقل من الدم فى غدة الثديات أثناء إنتاج اللبن. وجلوبيولينـات المناعـة تعطـى المولـود الجديـد مناعـة سـلبية passive immunity قبل أن يكـون يصبح نظام مناعته كاملاً.

لاكتوترانســفيرين lactotransferrin ممــــاثل لترانسفيرين السيرم. ويبدو أنه نشط فى نقل الحديد وفى المساعدة للحماية ضد العدوى فـى الأمعـاء gut فى المولود الجديد.

الدهـون the lipids: تفرز الدهـون مـن الغـدة الثديية فـى شكل حبيبات محاطة بغشاء يأتى من

غشاء البلازما فى الغدة نفسها. والدهن فى الغشاء يتكون أساساً من جليسريدات ثلاثية مع كميات صغيرة من الجليسريدات الثنائية والأحادية والكوليسترول الحر وأسترات الكوليسترول والأحماض الدهنية الحرة والفوسفوليبيدات. ويوجد مئات من الأحماض الدهنية المختلفة فى اللبن ولكن هناك ١٥ حمضاً دهنياً لها سلاسل طولها ك$_{صفر}$ – ك$_{١٨:٢}$ تعتبر أكثرها. وتأتى الأحماض الدهنية إما من دهون البلازما للحيوان أو من تخليق جديد *de novo* فى الغدة الثديية. وعلى ذلك فغذاء الحيوان يكون له تأثير كبير على بروفيل الأحماض الدهنية. وهذا التخليق من جديد *de novo* هو أساساً من الأحماض الدهنية القصيرة إلى المتوسطة ومنها ك$_{١٦}$. وهناك إختلاف كبير فى الجليسريدات الثلاثية فى لبن البقر bovine ولكن عامة فالمركز الأول على الجليسرول ث.ن-١ sn-1 يميل إلى أن يكون حمض بالمتيك (١٦:صفر) أو إستياريك (١٨:صفر) أو أوليك (١٨: ١) مؤسترة فى هذا المركز. والمركز ث.ن -٢ يميل إلى أن يكون ديكانويك (١٠:صفر) أو لوريك (١٢:صفر) أو ميريستيك (١٤:صفر) أو بالمتيك (١٦:صفر) بينما ث.ن-٣ يكون بيوتانويك (٤:صفر) أو هكسانويك (٦:صفر) أو أوليك (١٨: ١). والأوليك يميل أنه يقسم مابين ث.ن-١ sn-1 ، ث.ن-٣ sn-3. ونسبة كل حمض دهنى تختلف مع الغذاء وبذا يتأثر بفصل السنة ففى الربيع الدهن يحتوى على نسب أعلا من البيوتانويك (٤:صفر) واللينوليك (١٨: ٢) ودهن اللبن يكون له مدى أكثر إنخفاضاً إذا قورن بلبن الصيف.

الإنزيمات enzymes: تم تحديد حوالى ٦٠ إنزيماً فى اللبن وهى مهمة لأنها مسئولة عن بعض مشاكل النكهة والثبات وقد تساعد على حماية المولود الجديد من العدوى البكتيرية ويمكن إستخدامها لمعرفة كفاءة البسترة، وهناك إنزيمات بروتيولوتية وليبوليتية يمكن أن تكسر مكونات اللبن إذا خزن تحت ظروف أقل من مثالية. فالإنزيم بلازمين ويوجد فى غشاء حبيبة دهن اللبن (غ.ح.د.ل MFGM) يكسر الكازينات حتى على درجات حرارة منخفضة. وتجنيس اللبن يطلق الليباز من غ.ح.د.ل MFGM وهذا قد يؤدى إلى تكسير الدهن إلى أحماض دهنية مما يعطى نكهات متزنخة للبن.

الأملاح salts: يحتوى اللبن على عديد من الأملاح كلها تختلف تبعاً لمرحلة الرضاعة والموسم. والغذاء وصحة الحيوان. وأهمها يمكن أن تقسم إلى ثلاث مجاميع: (١) الكالسيوم الغروى والمغنيسيوم والفوسفات غير العضوى والسترات تتصل بمحتوى الكازين فى اللبن. (٢) تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم المنتشر يتصل عن قرب بتركيز السترات الذائبة؛ فتركيز كا$^{+٢}$ يتناسب عكسياً مع تركيز يد فو أ$_{٤}$ $^{+٢}$ ويتوقف كثيراً على رقم ج$_{يد}$. (٣) تركيزات البوتاسيوم والصوديوم والكلوريد (مع اللاكتوز) فى اللبن يضمن أنه متساو فى الضغط التناضحى isoosmotic مع الدم.

اللاكتوز lactose: يوجد اللاكتوز فى اللبن على شكلين α–د–لاكتوز α-D-lactose ، β–د–لاكتوز

β-D-lactose فـى تـوازن حـوالى ٣٧,٣٪ α إلى ٦٢,٧٪ β على ٢٠°م. وهـو فـى علاقـة عكسية مـع الكلوريد فى اللبن مما يجعله متساوى فى الضغط التناضحى مع الدم. وربما ساعد التطـور اللاكتـوز على الجلوكـوز (مثلاً) لأن وزن معين مـن اللاكتـوز يعطـى نقـط نصـف الضغـط التنـاضحى للسـكريات الأحادية وبذا ضعف الطاقة لأى ضغط تناضحى.

المعادن الآثار trace elements: يوجد عدد كبير من المعادن فى اللبن بتركيزات أقل من ١مجم/لتر وهى تأتى من الغـذاء وبعضها ضـرورى للصحـة. ونقص المعادن الآثار فى التربة قد يؤدى إلى نقص غذائى ويتطلـب إعطاء إضافات غذائية. والمعادن الآثار فى اللبن المهمة فى تغذية الإنسان تشـمل الكروم (تحمل الجلوكـوز) والكوبالت (فى فيتامين ب١٢) والنحـاس (قريـن إنزيـم أ وفــى تكويـن الهيموجلوبـين) واليـود (فـى هرمونـات الغــدة الدرقية) والمنجنيز (قرين إنزيم) والموليبدنم (فى أكسيداز الزانثين) والسـيلينيوم (فـى فيتـامين هـ، ومكون الإنزيم) والخـارصين (فى الأنسولين وقرين إنزيم).

الملوثات contaminants: المعادن الآثار الأخرى تشـمل متبقيـات المبيـدات والفلـور والسـيليكون والمعادن الثقيلة وهى تأتى من العلـف أو من الماء ومتبقيات المبيـدات تأتى من أكل الحيوان لغذاء ملوث.

وقد تم التعرف على ١٠٠ مركب ثنائى فينيل عديد الكلور polychlorinated biphenyls (من ٢٠٩ ممكنة نظريـاً) وهـى سـامة ومسـرطنة والديوكسـين dioxins يوجد فى اللبن عقب تناول غذاء ملوث أو بالإستنشاق وهى سامة. والنويدات المشعة radio nuclides إمـا توجـد طبيعيـاً فـى الغــذاء أو مــن حــوادث مثــل تشـرنوبل Chernobyl وأهمــها سيزيوم ١٣٧ واسترنشيوم ٨٩ واسترنشيوم ٩٠ واليود ١٣١ والباريوم ١٤٠. والاسترنشيوم له نصـف عمر ٢٨ سنة ويمتص فى العظام مع الكالسيوم مما يجعلـه خطيراً. والسيزيوم له نصف عمر ٣٠ سنة يوجد فى العضل واليود يمتز بواسطة الغـدة الدرقيـة حيـث يمكنه أن يسبب ضرراً إشعاعياً جوهرياً.

الفيتامينـات vitamins: يوجـد فــى لــبن البقــر bovine ١٣ فيتامينــاً مـهماً فــى غــذاء الإنســان. وتركيزهـا يختلـف بـإختلاف مرحلـة الرضاعـــة والفصل والغذاء وصحـة الحيــوان وفيتامينـات أ، ب١، ب٢، وحمض البانتوثينيك، ب١٢ تعطى كل منها أكثر من ١٠٪ من محتوى الفيتامين فـى الأغذيـة الغربية.

الخواص الفيزيقية الكيماوية
physicochemical properties

تركيب الكازين casein structure: عكـارة اللبن - مظـهره الأبيـض- تتسـبب جزئيـاً عــن إرتبـاط الكازينات فى جسيمات كرويـة حـوالى ٢٠ - ٦٠٠ نانومتر فى القطر تسمى "تجمعات غرويـة لجزيئات/ مُذَيْـلات micelles" (وتســمى هنــا فيمــابعد مُذَيْلات). وهـذه المُذَيْلات تتكــون مـن تحـت مُذَيْلات والتـى أعطيـت أحجامــاً مــن ٨ - ٢٠ نانومــتر مــن الصــور الإلكترونيــة الدقيقـــة

electron micrographs. وعـدم التـأكد مـن حجمها يأتى من التأثيرات غير المعروفة فى تحضير العينة للمجهر.

وعناقيد الفوسفوسيريل phosphoseryl للكـازين يمكنـها أن تربـط أيونـات الكالسـيوم فـى شـكل فوسفات كالسيوم غروية (ف.كا.غ CCP) وهذه مع المغنيسيوم والسترات تلعب دوراً هاماً فـى تثبيـت تركيب المُذَيْلات micellar structure. وإزالـة الكالسيوم بـالخلب مع إيثيلين ثنائى الأمين رباعة الخليك (أ.ثنـا.أ.ر.خ EDTA) أو بـالنث dialysis ضـد منظـم خـالٍ مـن الكالسـيوم يسـبب تحـول المُذَيْلات إلى تحت مُذَيْلات والتى لاتحتـوى أى كالسيوم أو فوسفات غير عضوى. والتجمعات الغرويـة ذات حجم كبير مما يقترح تركيباً أسفنجياً مفككـاً ومـن المؤكـد أن كـل الكازينـات معرضـة للتحلـل البروتينى.

والمُذَيْلات تركيبات ثابتة عاليـة تستطيع أن تتحمل درجـات حـرارة عاليـة جداً. وهـذا يسمح للبن بـأن يعامل حرارياً بطرق عديدة بـدون ضـرر جوهـرى للكازين مثل التبخير ودرجة الحـرارة فائقـة العلـو د.ح.ف.ع UHT والتجفيـف. ويقـــدر الثبـــات بالقوى الموجـودة بين الكازينـات. وقد أقـترح أن المُذَيْلات تثبت برابطة من القوى الأليكتروستاتية (الكهربية الساكنة) والقوى غير المحبة للماء حيث أن القـوى غير المحبـة للماء فى κ-كـازين تعمـل كمثبـــت أساســـى وأن الببتيـــد الكبـــير macropeptide (نهاية ك C-terminal) تبرز من المُذَيْلة. وقد لوحظ أن المُذَيْلات الصغيرة تحتوى نسباً أكبر من κ-كازين عن المُذَيْلات الكبيرة مما يقترح أن κ-كازين يكون على السطح.

ونسبة صغيرة أساساً أجزاء من α_{s1}، α_{s2}، β-كـازين توجـد فـى الكـازين غـير كـازين المُذَيْلـة nonmicellar وتكُوّن بعمـل البروتينـاز الداخلـى endogenous بلازمين plasmin.

حبيبة دهن اللبن the milk fat globule: دهـون اللـبن تفـرز علـى شـكل نقيطـات محاطـة بغشـاء (غ.ح.د.ل MFGM) وهذه النقيطات تساهم فـى بياض اللبـــن (مـع مُذَيْـلات الكـازين) مبعثـــرة الضوء scattering. و غ.ح.د.ل MFGM تتكـون مـن بروتينـات ودهـون (< ٩٠٪ وزن جـاف) وإن إختلف التكوين. ويوجد علـى الأقل ٢٦ إنزيماً فـى جـزء الـبروتين ولهـا نشـاطات منخفضـة جـداً والفوسـفاتيز الحمضـى يوجـد بنشـاطات متخصصـة عالية وقد يكون مكوناً حقيقياً لـ غ.ح.د.ل MFGM والبلازمين plasmin والـذى يستطيع حفز التكسر البروتيوليتى للكازينات يوجد إيضاً فـى غ.ح.د.ل MFGM.

وتختلـف الحبيبـات فـى الفطر مـن < ٠,٢ إلى ١٥ ميكرومتر ويقع معظمها فى المدى ١-٨ ميكرومتر. وداخـل حبيبـة الدهـن قـد يكـون متبلـراً جزئيـاً ويتوقـف علـى تكوينـه الكيمـاوى وحجـم حبيبـة الدهـن ودرجـة الحـرارة فى اللبن الطـازج (٣٧°م) كـل الدهـن يكـون سـائلاً ولكـن نسـبة كبـيرة مـن الدهـن فى اللبن الـذى حفظ علـى درجـة حـرارة منخفضـة لمـدة مـا (مثـل ٤-١٠°م لمـدة ٤٨ سـاعة) يكـون متبلـراً. والحبيبـات عاليـة الثبـات ويبـدو أنـه

يحتفظ بها منفصلة apart بالتسافر الأستيرى steric repulsion وهى تتجمع بسرعة تحت تأثير طاقة مثل التقليب.

التخثر الإنزيمى ونظرية المُذَيْلات الشعرية enzymatic coagulation & hairy micelles theory

تخثر اللبن بواسطة البروتيوزات الحامضية أستخدم من آلاف السنين كطريقة لحفظ المكونات الأساسية للبن وهى أن كانت مستمرة تعتبر فى ثلاث مراحل. والعمل الأول للبروتيوزات الحامضية مثل الكيموسين على الكازين على رقم جـيد ٦،٦ متخصص جداً مع رابطة واحدة تحلماً فى K-كازين (فينيل ألانين ١٠٥ - ميثيونين ١٠٦) وهذا يعطى ببتيدين: الجليكوببتيد الكبير glycomacropeptide وهو مشحون بشحنة سالبة كبيرة (متبقيات ١٠٦ - ١٠٩) وهى ذائبة وتنتشر للخارج والبارا K-كازين para-K-casein وهى غير محبة للماء بدرجة كبيرة وتبقى فى المُذَيْلة. وعندما تتقدم هذه الحلمأة تبتدىء المُذَيْلات فى التجمع aggregate فى عناقيد وسلاسل والتى تكون شبكة مما يؤدى إلى تخثر اللبن وهو المرحلة الثانية. والمرحلة الثالثة هى إنكماش المُتَخَثِر coagulum مع طرد الماء (إندغام الجبل syneresis) وينتج عن إعادة ترتيب تركيب الكازين. وهذه المرحلة يبدو أنها تستمر إلى مالانهاية أو إلى أن تقطع بالمعامل.

وتمنع المُذَيْلات من التخثر قبل فعل الإنزيم بذيول جليكوببتيدية كبيرة مشحونة بشحنة سالبة كبيرة ومحبة للماء لجزيئات K-كازين والتى تبرز مثل الشعر من سطح المُذَيْلة micelle. وحلمأة الجليوببتيدات الكبيرة يسمح للمُذَيْلات الغروية بأن تتجمع aggregate خلال تفاعلات غير محبة للماء والكهربية الساكنة electrostatic.

التخثر الحمضى acid coagulation: نقطة التعادل الكهربى للكازينات هى حول جـيد ٤،٦. وهى تبقى فى محلول على رقم جـيد هذا إذا كانت درجة الحرارة تحت حوالى ٦°م. وفوسفات الكالسيوم الغروية يتم ذوبانها على جـيد ٤،٩ وتزال من المُذَيْلة بالتحميض على درجة حرارة منخفضة. ويستخدم التخثر الحمضى فى تصنيع الجبن القريش.

التخثر بالإيثانول ethanolic coagulation: يتخثر اللبن بعد إضافة ٤٠٪ إيثانول وهذا يتأثر بتركيز أيونات الكالسيوم ورقم جـيد مما يبين أن خواص العزل الكهربى dielectric properties للكازين قد تأثرت.

التخثر بالحرارة heat coagulation: اللبن ثابت جدا للحرارة وفقط بعد التسخين مطولا على أعلا من ١٤٠°م يحدث تخثر. وهذا الثبات يتوقف على رقم جـيد وفى معظم الألبان يكون فى أقصاه عند رقم جـيد ٦،٦ - ٦،٧. وتحت هذه المنطقة فإن الثبات يكون أقل كثيرا وأعلاها يميل إلى أن يكون أقل مايمكن عند رقم جـيد ٦،٩ ، قبل أن يزيد مرة أخرى. وبعض الألبان لاتظهر هذه القمة من الثبات حيث الثبات يزداد بزيادة رقم جـيد وعند درجات حرارة عالية لايكون هناك تفاعل غير محب للماء أو

قليلاً منه. وتأثير رقم جـ يقترح أن القوى الكهربية الساكنة قد تكون مهمة في الثبات.

التأثيرات الأخرى للحـــرارة other effects of heat: بروتينات الشرش بروتينات كروية globular وبذا فهى تمسخ denatured بالحرارة. والـ β-لاكتوجلوبيولين حساس خاصة للحرارة بسبب الكبارى ثنائية الكبريتيد. وعند درجات حرارة أعلا من حوالى ٦٠°م فإن بعضاً منها يبتدىء فى التبادل مع تلك فى κ-كازين بحيث أن اللاكتوجلوبيولين يصبح مرتبطاً إلى الـ κ-كازين فى المُذيَلة. وكلما إرتفعت درجة الحرارة و/أو زاد زمن التسخين تزداد درجة التبادل وتصل إلى أقصاها عند حوالى ٩٥°م. وبالعكس فالـ α-لاكتالبيومين يظهر أن ثابت للحرارة ولكن فى الواقع يحدث له مسخ عكسى على درجة حرارة حتى حوالى ٩٥°م وهو أقل تفاعلاً ويحتاج إلى حرارة كثيرة قبل أن يتفاعل مع الكازين. وهو على العكس يتفاعل مع الـ β-لاكتوجلوبيولين فى الزجاج *in vitro* وهذه المعقد يتفاعل مع κ-كازين.

وعندما يضاف الكيموسين للبن الذى سبق تسخينه بحيث أن نسبة جوهرية من الـ β-لاكتوجلوبيولين تكون قد إرتبطت مع κ-كازين فإنه لايتخثر أو يكون فقط متخثراً ضعيفاً جداً. والإنزيم لايزال يستطيع حلمأة hydrolyse معظم الجليكوببتيد الكبير من κ-كازين ولكن وجود β-لاكتوجلوبيولين على المُذيَلة يمنع تكون شبكة جل واسعة extensive وبذا فإن تسخين اللبن بكثرة يجب تجنبه إذا كان سيستخدم فى عمل جبن عادى.

والتسخين الكثير للبن يكسر أيضاً بروتينات أخرى مثل جلوبيولينات المناعة ويقلل من الحماية المناعية immunoprotection. ومعاملة اللبن بالحرارة العالية يسبب تفاعلاً بين اللاكتوز والبروتينات مما يعطى تفاعل مايارد Maillard البنى/الأسمر وفقد الليسين المتاح. والتفاعل يحدث فى ثلاث مراحل: تكون ١-أمينو-١-دى أكسى-٢-كيتوز 1-amino-1-deoxy-2-ketose (مركب أمادورى Amadoric compound)، وهذه ينزع ماؤها dehydrate إلى فيرفيورالات وريدكتونات وتتكسر degrades إلى منتجات إنشطار fission وهذه فى النهاية تتحول إلى صبغات ميلانويدين. وفقد الليسين المتاح بالتسخين قد يكون هاماً فى غذاء بعض الناس.

الخواص الفيزيقية physical properties

اللزوجة viscosity: لزوجة اللبن تتوقف على معدل القص ويعمل كسائل نيوتونى Newtonian بفرض أن معدل القص >١٠٠/ثانية وتكُون حبيبات الدهن غير متجمعة non-aggregated وتحت هذه الظروف تزداد لزوجة اللبن تبعاً لمعادلة ايلر Eiler's equation:

$$\eta = e\eta \left(١ + \frac{١٫٢٥٠}{١ - (\theta / \theta_{أقصى})} \right)^{٢}$$

$$\eta = \eta_\theta \left[1 + \frac{1.250}{1 - \theta / \theta_{max}} \right]^2$$

حيث: η: اللزوجة الكلية

η_{o} η_{θ}: لزوجة الوسط المستمر

θ: حجم جزء الجسيمات الكروية (حبيبة الدهن + مُذَيْلة الكازين + جزيئات البروتين + لاكتوز)

$\theta_{قصوى}$ θ_{max}: الحجم المفترض hypothetical للجزء عند أقصى تعبئة.

وعناقيد حبيبات الدهن المتكونة أثناء التجنيس أو التكتل البارد cold agglutination تزيد اللزوجة بدرجة كبيرة. وفى كلتا الحالتين يحتويان سائلاً متخللاً interstitial والذى يُزيد حجم جزئها وبالتالى اللزوجة.

الكثافة density: كثافة اللبن هى نتيجة كثافات مكوناته وبالتالى تتوقف على العوامل التى تغير من نسب هذه المكونات فى اللبن وعلى درجة الحرارة والتى تغير من كثافاتها. وتقع الكثافة النوعية فى مدى ١,٠٢٣ - ١,٠٤ على ٢٠°م.

الكريمية creaming: الدهن فى اللبن له كثافة أقل من الوسط المحيط به بحيث أن الحبيبات تنفصل ببطء وترتفع إلى القمة تحت تأثير الجاذبية. وهذه الكريمية تسرع تحت تأثير حقول الجاذبية مثل فى الطرد المركزى أو فاصل الكريمة.

ومعدل الكريمية يتوقف على حجم الحبيبات والحبيبات الصغيرة تتأثر أكثر بالحركة البراونية. وأثناء التجنيس ينزعج الغشاء وترتبط المُذَيْلات بسطح الدهن المعرض وتحت هذه الظروف فإن الحبيبات قد تغرق sink بدلاً من أن تصعد. وينقص معدل الكريمية مع زيادة محتوى الدهن بسبب تزاحم الحبيبات. وزيادة درجة الحرارة تزيد من معدل الكريمية لأن سيولة الدهن تزداد وتنقص كثافتها أكثر من تلك الخاصة بالبروتين. كما تنقص لزوجة الوسط المائى أيضاً. ولذا فإنه من المعتاد إجراء فصل الكريمة عند درجة حرارة مرتفعة بحيث يكون الدهن سائلاً.

نقطة التجمد freezing point: تتوقف نقطة التجمد على تركيز مكونات اللبن. وقياسها يمكن إستخدامه لقياس تلوث اللبن بالماء. وهى عادة فى المدى -٠,٣٥٠ إلى -٠,٥٧٠°م مع متوسط -٠,٥٤٠°م. وخفض نقطة التجمد تحت نقطة تجمد الماء هو أساساً يرجع إلى محتوى اللاكتوز والكلوريد فى اللبن.

(Macrae)

• الأهمية الغذائية dietary importance

تكوين المغذيات nutrient composition

اللبن واحد من الأغذية الكاملة تغذوياً فهو يعطى عدداً من المغذيات الأساسية خاصة البروتين ومدى من الفيتامينات والمعادن (الجدول ٦) ولكنه فقير فى الحديد وفيتامين هـ ولايحتوى أى نشا وليس به ألياف غذائية. والماء هو المكون الرئيسى (أكثر من ٨٧٪) والباقى دهن اللبن والمواد الصلبة غير الدهنية (م.ص.غ.د SNF).

البروتين protein: البروتينات الموجودة فى اللبن هى الكازين واللاكتالبيومين واللاكتوجلوبيولين. وبروتين اللبن له قيمة بيولوجية عالية لإحتوائه على الأحماض الدهنية الأساسية.

جدول (٦): تكوين المغذيـات فـى اللـبن المبسـتر (/١٠٠جم).

المكون		اللبن الكامل	اللبن الفرز	اللبن شبه المفروز
الطاقة	كيلوسعر	٦٦	٣٣	٤٦
	كيلوجول	٢٧٥	١٤٠	١٩٥
بروتين	(جم)	٣,٢	٣,٣	٣,٣
كربوايدرات (سكر)	(جم)	٤,٩	٤,٨	٤,٨
دهـــن	(جم)	٣,٩	٠,١	١,٦
مشبع	(جم)	٢,٤	٠,٠٦	١,٠
وحيدة عدم التشبع	(جم)	١,١	آثار	٠,٥
عديدة عدم التشبع	(جم)	٠,١	آثار	آثار
صوديوم	(مجم)	٥٥	٥٥	٥٥
ألياف غذائية	(جم)	يهمل	يهمل	يهمل
فيتامين أ	(ميكروجرام)	٥٦	١	٢٣
ثيامين	(مجم)	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٠٤
ريبوفلافين	(مجم)	٠,١٧	٠,١٨	٠,١٨
حمض نيكوتينيك	(مجم)	٠,٠٨	٠,٠٩	٠,٠٩
حمض نيكوتينيك(محتمل) من تربتوفان	(مجم)	٠,٧٥	٠.٧٨	٠,٧٨
فيتامين ب٦	(مجم)	٠,٠٦	٠,٠٦	٠,٠٦
حمض فوليك	(مجم)	٦	٦	٦
فيتامين ب١٢	(ميكروجرام)	٠,٤	٠,٤	٠,٤
حمض بانتوثينيك	(مجم)	٠,٣٥	٠,٣٢	٠,٣٢
بيوتين	(ميكروجرام)	١,٩	٢,٠	٢,٠
فيتامين ج	(مجم)	١	١	١
فيتامين د	(ميكروجرام)	٠,٠٣	آثار	٠,٠١
فيتامين هـ	(مجم)	٠,٠٩	آثار	٠,٠٣
كالسيوم	(مجم)	١١٥	١٢٠	١١٨
كلوريد	(مجم)	١٠٠	١٠٠	١٠٠
نحاس	(مجم)	آثار	آثار	آثار
يود	(ميكروجرام)	١٥	١٥	١٥
حديد	(مجم)	٠,٠٥	٠,٠٥	٠,٠٥
مغنسيوم	(مجم)	١١	١٢	١١
فوسفور	(مجم)	٩٢	٩٥	٩٥
بوتاسيوم	(مجم)	١٤٠	١٥٠	١٥٠
سيلينيوم	(ميكروجرام)	١	١	١
خارصين	(مجم)	٠,٤	٠,٤	٠,٤

الكربوايــــدرات carbohydrates: توجــد الكربوايدرات على هيئة سكر اللاكتوز وهو سكر ثنائى يتكون من جزىء جالاكتوز وآخر جلوكوز وهو يوجد طبيعياً فقط فى اللبن وأقل حلاوة من السكروز. وفى الأمعاء الصغيرة يهضم اللاكتوز بواسطة إنزيم اللاكتاز إلى مكونيه ويوجد الإنزيم فى الأطفال وفى بعض البالغين يمكن أن ينقص النشاط الإنزيمى مما يجعل اللبن أقل إحتمالاً ويسمى هؤلاء الأشخاص غير متحملين للاكتوز lactose intolerant. وهؤلاء يمكنهم فقط تحمل كميات صغيرة من اللبن والألبان المتخمرة عادة أكثر تقبلاً. وهؤلاء الأشخاص عادة من الأفريقيين ومن الشرق الأقصى وآسيا.

الدهن fat: أهم مكونات الدهن الجليسريدات الثلاثية والأحماض الدهنية الموجودة هى مشبعة وأحادية عدم التشبع وعديدة عدم التشبع وعادة بنسب ٦١٪ ، ٢٨٪ ، ٣٪ على التتابع. ولبن البقر يحتوى ٣,٩ جم دهن /١٠٠جم لبن بينما اللبن شبه المفروز semi-skimmed به ١,٦جم/١٠٠جم واللبن الفرز به أقل من ٠,١جم/١٠٠جم. ودهن

اللبن يحتوى كميات صغيرة من الحمضين الدهنيين الأساسيين اللينولييك (١,٤جم/١٠٠جم أحماض دهنية) واللينولينيك (١,٥جم/١٠٠جم أحماض دهنية).

الفيتامينات vitamins: توجد جميع الفيتامينات فى اللبن الكامل (جدول ٦) ولو أن بعضها يوجد بكميات صغيرة وتزال الفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهن أ، د، هـ، ك عند فرز اللبن ولذا توجد بكميات آثار وبكميات قليلة فى اللبن شبه المفروز واللبن الكامل مصدر جيد لفيتامين أ. ولبن البقر مصدر جيد بأنواعه الثلاثة (الكامل وشبه المفروز والفرز) للريبوفلافين وفيتامين ب١٢ كما أن اللبن عندما يكون الغذاء فقيراً يمكنه إعطاء كميات نافعة من الثيامين وحمض النيكوتينيك وفيتامين ج. والمعاملة الحرارية تؤثر على محتوى الفيتامينات فى اللبن ومن الألبان المعاملة بالحرارة اللبن المبستر به أعلا النسب واللبن المعامل بدرجة الحرارة فائقة العلو (د.ح.ف.ع UHT) به مستويات أقل من بعض الفيتامينات خاصة ب١ ، ج والفولات. وعملية التعقيم المستخدمة مع اللبن لها تأثير أكبر على مستويات الريبوفلافين وفيتامين ب١٢، والبانتوثينات فهى أقل من اللبن المعامل حرارياً بطرق أخرى. ويغيب فيتامين ج والفولات من اللبن المعقم.

ويفقد اللبن ٧٠٪ من الريبوفلافين لو ترك معرضاً للشمس لعدة ساعات وكذلك فيتامين ج. وغلى اللبن يخفض المحتوى الفيتامينى بين ٥٪ لفيتامين ب١٢ إلى ٥٠٪ نقص فى فيتامين ج.

المعادن minerals: يساهم اللبن فى إحتياجات الإنسان من المعادن والمعادن الآثار المعروفة بأنها أساسية لصحته. حيث توجد فى حالة يمكن إمتصاصها وإستخدامها بالجسم مثل الكالسيوم والخارصين وهو مصدر غنى بالكالسيوم حيث يعطى على الأقل ٤٠٪ من جميع مصادر الكالسيوم كما أنه بالنسبة للخارصين فإنه يعطى كميات صغيرة بالنسبة للحجم إلا أنه فى حالة إتاحة عالية.

التغيرات الموسمية وفى السلالات
seasonal & breed variations

التغيرات الموسمية: تتأثر القيمة الغذائية للبن بغذاء البقر فاللبن المنتج فى الصيف له تكوين غذائى مختلف عن ذلك المنتج فى الشتاء .وفى الربيع يمكن للعشب grass أن يعطى البقر كل إحتياجاته.

ومستويات فيتامين أ وال β-كاروتين وفيتامين هـ أعلا فى لبن الصيف. ومستويات اليود أعلا فى الشتاء عن الصيف أما باقى المغذيات تبقى كما هى.

ومرحلة الرضاعة فى البقر لها تأثير على تكوين اللبن فبعد خمسين يوماً من بعد الرضاعة يبتدىء محتوى اللاكتوز فى النزول وتبتدىء نسب الدهن والبروتين فى الإرتفاع.

السلالة breed: بعض السلالات كالفريزيان والهوليستين تعرف بإنتاجها كميات كبيرة من اللبن وأخرى كالجيرنسى Guernsey والجرسى Jersey تعرف بإعطائها لبناً عالى الدهن (٥,١جم/١٠٠جم مقارناً مع ٣,٩جم/١٠٠جم) كما

أن البروتين والكالسيوم والفسفور والكاروتين والريبوفلافين توجد بتركيزات أعلا قليلاً فى لبن بقر الجيرنسى والجرسى.

النمو فى الألبان منخفضة الدهن: يزداد إستهلاك اللبن منخفض الدهن وقد نتج هذا عن الزيادة فى إستهلاك اللبن شبه المفروز فقد وصل فى بعض البلاد إلى ٥٠٪ من السوق. والذين يستخدمون اللبن المفروز وشبه المفروز هن النساء البالغات بينما يستخدم الرجال والأطفال اللبن الفرز.

أهمية اللبن للأعمار المختلفة

الأطفال والأطفال قبل سن المدرسة

١- هناك مزايا لإستمرار لبن الأم أو تركيبة الأطفال خلال السنة الأولى.
٢- إبتداء من عمر ٦ أشهر لبن البقر الكامل (أو اللبن المتابع follow-on milk) يمكن أن يبتدأ به. ومن المهم مع كل الألبان ولكن خاصة لبن البقر الذى هو منخفض فى الحديد أن يعنى بأن يكون هناك أغذية فطام تحتوى حديداً فى غذاء الأطفال. وبعض الأغذية المناسبة تشمل اللحم الأحمر lean وحبوب الأطفال المقواة fortified والبيض والبقول والخضر الورقية الخضراء.
٣- اللبن الفرز غير مناسب للأطفال تحت خمس سنوات واللبن شبه المفروز يجب ألا يعطى للأطفال تحت سن سنتين لأن كلا اللبنين أقل فى الطاقة وفيتامين أ.
٤- اللبن شبه المفروز يمكن إعطاؤه عند سن سنتين إذا كان للطفل شهية جيدة ويأكل مدى متسعاً من الأغذية.
٥- يعطى الأطفال أقل من خمس سنوات باينت pint (١/٨ جالون) لبن يومياً.

الأطفال الأكبر سناً

ينصح أن الأطفال الأكثر من سنتين والبالغين أن ينقصوا من مأخوذهم من الدهن خاصة المأخوذ من المشبع بحيث أن نسبة طاقة الغذاء الآتية من الدهن تنقص من مستواها الحالى ٤٢٪ إلى متوسط ٣٥٪ والمأخوذ من المشبع ينقص إلى متوسط ١١٪ من طاقة الغذاء وأن يعوض ذلك بأغذية نشوية وغنية فى الألياف. كذلك يمكن لتحقيق نقص الدهن فى الغذاء إحلال اللبن الفرز أو اللبن شبه المفروز محل اللبن الكامل وكذلك خفض الأغذية المحمرة وإختيار اللحم الأحمر lean وإستخدام مواد بسط أقل وكذلك دهن الطبخ أقل وتقليل أخذ الكيك والفطائر والأغذية الخفيفة الدهنية. أما للأطفال والمراهقين فاللبن مكون غذائى جيد ومصدر للكالسيوم ضرورى لنمو هيكلهم قوياً.

الحمل والرضاعة: أثناء الحمل لايوجد زيادة فيما يوصى به من مأخوذ يومى للكالسيوم (٧٠٠مجم) حيث أن كفاءة الإمتصاص تزداد ولكن يجب على جميع الحوامل أخذ هذا المقدار. أما أثناء الرضاعة فيأخذن من ١٢٥٠مجم كالسيوم/يوم (١٣٥٠مجم/يوم للمراهقات الحاملات).

الذيـن يقومـون بتخسـيس أنفسـهم slimmers: الكالسيوم كثيراً ماينقص فى غذاء هـؤلاء ولكـن إذا أخذ لبن فرز فى الغذاء فإنه يتجنب ذلك علمـاً بأن اللبن الفرز له طاقة منخفضة.

النباتيون vegetarians: اللبن مصدر مهم لبروتين جيد. واللـبن الكامل يصلح للأطفال النباتيين فهو مصدر مضموم compact للطاقة والمغذيـات فـى شكل سهل الإمتصاص. كما أن اللبن يساهم فـى أخذ فيتامين ب١٢، حيث أنـه يكـون منخفضاً عنـد النباتيين الذين لايأكلون بيضاً.

الناقـهون convalescents: الشـهية قـد تكـون ناقصـة عند المرض والنقاهة وقد تكون إحتياجات الطاقة أقل ولكن إحتياجات المغذيات لازالـت كما هى واللبن مفيد فى هذه الحالة.

كبار السن the elderly: اللبن مصدر جيد لكبار السن الذين قد تكـون شهيتهم قد نقصـت واللـبن يعطى كثيراً من المغذيات بطريقة سـهلة التمثيـل واللـبن الكـامل يعطى فيتامين د والـذى قد يكـون نافعاً لكبار السن الذين لايسـتطيعون الخـروج إلى ضوء الشمس.

(Macrae)

اللبن ومنتجاته منخفضة الكوليسترول

يزال أكثر من ٩٠٪ من الكوليسترول من دهن اللبن خالى الماء بالإسـتخلاص بثانى أكسـيد الكربـون الحرج أو بالتقطير ثم يعاد إتحاد الدهن باللبن الفرز للحصـول على لبن منخفض الكوليسـترول والـذى يحضر منـه منتجـات اللـبن العاديـة. والجـدول (٧) يبين تركيب لبن منخفض الكوليسترول والمنتجات المحضرة منه.

جـدول (٧): تركيـب لـبن منخفـض الكوليسـترول والمنتجات المحضرة منه.

الغذاء	دهن (٪)	كوليسترول (مجم/كجم)	
		قبل	بعد
لبن كامل	٣,٥	١٣٥	٢٦
زبد	٨١,٠	٢٤٠٠	٣٠٠
زبادى	٣,٥	١٢٤	٢٦
جيلاتى	١٠,٨	٤٥٠	٤١
جبن قريش	٤,٦	١٥٠	١٢
موتزاريلا	٢١,٦	٧٨٦	٦٨
برى Brie	٢٠,٨	١٠٠٠	٧٥
كاممبرت	٢٤,٦	٧١٤	٥٧
روكفور	٣٠,٦	٩٢٩	١٠٧
شيدر	٣٣,١	١٠٧١	١١٤

(Belitz)

لبن الإبل camel milk

تلعب الإبل دوراً حيوياً كمصدر للألبان فـى العديد من المناطق الجافة فى مناطق مختلفة من العالم، ويعتبر لبن الإبـل الغـذاء الرئيسـى لبـدو الصحـراء ويسـتهلك اللـبن إمـا طازجـاً أو رائبـاً والبيانـات المتحصـل عليها حتـى الآن عـن الكميـة الحقيقيـة للبن المنتج من الإبل هـى بيانـات ليسـت دقيقـة بالشكل الذى يمكن الإعتماد عليه فى الحكـم على

قدرات الإبل على إدرار اللبن. ولابد من السماح لصغار الإبل بتناول بعض هذا اللبن ولذا يتعين على راعي القطيع وأسرته أن يتقاسموا اللبن الذي تنتجه الإبل مع صغارها. وتتفاوت كمية الألبان التي يتناولها العقدان حسب حجمها وعمرها وصحتها. كذلك فإن كمية الرعي والمياه المتاحة للإبل تحدد كمية اللبن التي سيرضعها الصغار وإجمالي كمية اللبن المنتجة. وللناقة she-camel مثل البقرة، ضرع udder مقسم إلى أربعة أقسام ويتدلى الضرع من البطن وإن كان مثبتاً بها تماماً وهناك أربع حلمات.

وتختلف كمية اللبن المنتجة من الإبل حسب النوع ومناطق التربية ونوعية وكمية الغذاء وعمر الحيوان وفترة موسم الحليب فمثلاً درست قدرات إدرار اللبن في الإبل ذات السنامين والإبل وحيدة السنام والأنواع الناجمة من تهجين هذين النوعين (Lakosa & Shokin,1964; Dzhumagulov, 1976). وقد أعطت الإبل وحيدة السنام لبناً أغزر مما أعطته الإبل ذات السنامين أو الأنواع الهجين وكانت فترة إدرار اللبن في حدود ١٢ شهراً مع إنتاج معظم كمية اللبن خلال الأشهر السبعة الأولى من فترة إدرار اللبن وقد توافق ذلك مع فترة توافر الأعلاف ومع التغذية الجيدة في الحظائر أمكن الحصول على نفس كميات اللبن التي تعطيها الحيوانات في المرعى وهذا الأمر له أهمية إذا أمكن توفير غذاء ثابت ومتوازن للحيوانات طوال العام.

وتحلب الناقة عامة يدوياً ولكن في بعض المناطق أمكن حلب الناقة آلياً وبنجاح كما يحدث في روسيا وموريتانيا والمملكة العربية السعودية، وفي منطقة القرن الأفريقي لايعتبر حلب الإبل مجرد عمل بل لقد اصبح جزءاً لايتجزأ من حضارة وتراث هذه المنطقة ولايسمح بحلب الناقة إلا للصبية والفتيات غير المتزوجات والرجال الذين يجرى تنظيفهم طبقاً لطقوس معينة (Hartley, 1979) ولايسمح بإجراء أي معاملة للبن فإما أن يشرب طازجاً أو بعد تخمره. وفي بعض القبائل يعيش الصبية الرعاة على لبن الإبل فقط. وعامة تحلب الإبل مرتين يومياً قبل الفجر وبعد غروب الشمس ويختلف متوسط إنتاج اللبن من منطقة لأخرى وحسب نوع الإبل فمثلاً متوسط إنتاج الإبل ذات السنامين هو ٥ كيلوجرامات يومياً مقابل ٤ كيلوجرامات في اليوم للإبل وحيدة السنام في منطقة آسيا ولكن الحد الأقصى للإنتاج قد يصل إلى ١٥ - ٢٠ كيلوجرام يومياً لذات السنامين مقابل ١٠ - ٢٢ كيلو جرام لوحيدة السنام.

وتختلف أيضاً فترة أو موسم حليب الإبل من منطقة إلى أخرى حسب نوع الحيوان وتوافر الغذاء الجيد وسقوط الأمطار فقد تصل فترة الحليب إلى عام أو عام ونصف في بعض الأحيان.

والإبل تستطيع أن تنتج كميات كافية من اللبن في المناطق الجافة التي ينخفض فيها إنتاج الحيوانات الأخرى من اللبن بدرجة كبيرة. والعناصر التي يتكون منها لبن الإبل عن جانب كبير من الأهمية سواء لصغار الإبل أو للإنسان الذي يتناول هذا اللبن فالأبقار التي تتعرض للحرارة ولاسيما عندما تقل مياه الشرب تنتج لبناً يحتوي على مواد صلبة أكثر من المعتاد (Bianca, 1965) كما أن المواد الدهنية تكون عالية بدرجة كبيرة وهذا اللبن لايوفر

بالقطع الغذاء المناسب سواء للإنسان أو الحيوان الذى يتعرض لنفس الضغوط المناخية وتلك الناجمة عن ندرة المياه.

وتباين البيانات المتعلقة بالعناصر التى يتكون منها لبن الإبل تبايناً شديداً ويرجع ذلك إلى القدرات الوراثية للحيوان وفترة الإدرار وعمر الحيوان ونوع العلائق والمياه وكمياتها كل ذلك له أهمية فى تحديد نوعية اللبن المنتج.

ويتناول البدو الجانب الأكبر من لبن الإبل وهو طازج كما أنهم يتناولونه أيضاً بعد أن يتخثر مباشرة أو وهو شديد التخثر. وعموماً يكون لبن الإبل أبيضاً وهو عادة حلو المذاق لاذعاً إلا أنه فى بعض الأحيان يكون مالحــاً (Elagamy, 1983) كما تكون له رغوة إذا رُجَّ ولو لفترة بسيطة. وترجع التغيرات فى المذاق أساساً إلى نوع الأعلاف المتوافرة وفترة الحليب ومدى توافر مياه الشرب. وبشائر اللبن أو السرسوب بيضاء اللون تميل إلى اللون الأصفر الخفيف (Yagıl & Etzion, 1980; Elagamy, 1994a; Elagamy, 1998b). وقد أوضحت الدراسات التى قام بها (Elagamy, 1983; 1994a) أنه بعد الحلب بثلاث ساعات من الولادة كان متوسط إجمالى المواد الصلبة ٢١,٧٪ وإنخفضت هذه النسبة إلى ١٠,٣٪ خلال اليومين التاليين من الحلابة. ولايرجع هذا الإنخفاض فى نسبة المواد الصلبة الكلية إلى تغير محتوى الدهن حيث أن نسبة الدهن كانت منخفضة فى البداية ولاتتعدى ٠,٤٪ ثم إزدادت زيادة كبيرة فى اليوم الرابع إلى ٥,٤٪ فهذا الإنخفاض يعود إلى النقص الملحوظ فى البروتينات والأملاح. وفى الدراسة التى قام بها (Elagamy, 1994a) كان تحليل سرسوب الإبل كالتالى (جدول ١):

المكون		المدى	المتوسط
المادة الصلبة الكلية	٪	٢٨,٨٥٦-١٥,٥٩١	٢١,٨٢٧
الدهن	٪	٤,٩-١,١	٣,٣
البروتين	٪	١٥,٢٦٢-١٠,٤٣٠	١٢,٩٦٦
اللاكتوز	٪	٥,١٥٠-٢,٩٦٠	٤,٤٦٨
الرماد	٪	٢,٣٤٠-٠,٩٨٠	١,٧٠٢
الكلوريدات	٪	٠,٢٣٠-٠,١٣٠	٠,١٩٢
جيد		٦,٧٥-٦,٦٠	٦,٦٥
الحموضة الكلية (مُقَدَّرَة			
كحمض لاكتيك)	٪	٠,٢٤٠-٠,٠٩٠	٠,١٦٥
الوزن النوعى		١,٠٦٠-١,٠٤٥	١,٠٥٠

هــذا ويعتبر البدو فى مصر أن السرسوب colostrum غير ملائم للشرب سواء لصغار الإبل أو للإنسان ولهذا فكثير منهم يسكبونه على الأرض إعتقاداً منهم بأنه ضار بالرغم من أن السرسوب يعتبر غذاءً ودواءً نظراً لما يحتويه من الأجسام المضادة المركزة التى تقى صغار الإبل من العديد من الأمراض البكتيرية والفيروسية. وعند إنتهاء فترة السرسوب فإن الناقة تعطى لبناً طبيعياً والذى يختلف فى تركيبه إختلافاً كبيراً عن السرسوب وفى نفس الوقت يختلف تركيب لبن الإبل الطبيعى عن ألبان الثدييات الأخرى مثل البان الأم، الجاموس، الأبقار، والأغنام، الماعز والأفراس والأتان (الحمير) ويوضح جدول (٢) هذه الإختلافات.

جدول (٢): تركيب لبن الإبل مقارنة بألبان الأجناس الأخرى*.

المكونات		الإبل	الأبقار	الجاموس	الأغنام	الماعز	الأم	الأفراس	الأتان
الماء	٪	٨٦,٩٧	٨٧,٧٨	٨٣,٨١	٨٢,٩٥	٨٧,٣٠	٨٨,٦٦	٨٩,٧٤	٩٠,٧٩
الدهن	٪	٣,٩٥	٣,٦٠	٦,٧٥	٥,٩٥	٤,١٥	٢,٨٠	١,٠١	٠,٩٥
البروتين	٪	٣.٢٦	٣,٢٤	٤,١٨	٥,٢٥	٣,٠٢	١,٩٧	٢,٣١	١,٨٦
الكازين	٪	٢,٣٩	٢,٥١	٣,٢٢	٤.٠٦	٢,٣٢	٠,٧١	٠,٩٧	٠,٦٣
بروتينات السيرم	٪	٠,٨٧	٠,٧٣	٠,٩٥	١,١٩	٠,٧٠	١,٢٦	١,٣٤	١,٢٣
اللاكتوز	٪	٤,٧٤	٤,٦٥	٤,٤٥	٤,٩١	٤,٢١	٦,٣٠	٦,٤٠	٥,٩٥
الرماد	٪	٠,٨٠	٠,٧٦	٠,٨١	٠,٩٤	٠,٧٤	٠,٢٧	٠,٤٤	٠,٤٠
المواد الصلبة الكلية	٪	١٢,٨٠	١٢,٢٥	١٦,١٩	١٧,٠٥	١٢,١٢	١١,٣٤	١٠,١٦	٩,١٦
جيد/pH		٦,٦٥	٦,٦٨	٦,٧٠	٦,٧٩	٦,٧٠	٦,٩٠	٧,٠١	٦,٨٥
الحموضة الكلية	٪	٠,١٦٥	٠,١٧٥	٠,١٨٠	٠,١٨٩	٠,١٧٠	٠,٠٦٠	٠.١٠٠	٠,٠٨٠
الكلوريدات	٪	٠,١٢٥	٠,١١٧	٠,١٢٠	٠,١٠٨	٠,١١٦	٠,٠٣٥	٠,٠٣٧	٠٤٠
الوزن النوعى		٠,٠٣٤	١,٠٣٢	١,٠٣٥	١,٠٣٧	١,٠٣١	١,٠٢٩	١,٠٣٠	١.٠٢٦
الطاقة	كيلوكالورى/لتر	٧٣٨	٧٠١	١٠٣٥	١٠٤٣	٧٢١	٦١٩	٤٨٠	٤٣٠

* Elagamy *et al.*(1998b)

هذا وقد أظهرت دراسات أخرى أن تركيب لبن الإبل يختلف من منطقة إلى أخرى فى مختلف أرجاء العالم بل يختلف تركيبه على فترة الحليب أى فترة الإدرار وكذلك على نوع الإبل الحلوب فمثلا تركيب لبن الإبل يختلف فى فترة الشهر الأول من الإدرار عن تلك فى نهاية موسم الحليب كذلك تركيب لبن الإبل وحيدة السنام يحتوى على نسب دهن وبروتين ولاكتوز أقل من مثيلاتها فى لبن الإبل ذات السنامين. بالإضافة إلى ذلك فإن نظام التغذية وتوافر المياه من العوامل الأخرى المهمة فى تحديد نسب العناصر المكونة للبن الإبل وعامة فإن محتوى الماء هو أهم عامل فى لبن الإبل سواء لصغار الإبل أو للبدو الذين يعيشون فى مناطق الجفاف حيث يحتاجون للسوائل للمحافظة على التوازن البدنى فى الجسم ويتراوح محتوى الماء فى لبن الإبل بين ٨٤٪ (Knoess, 1976) و ٩٠٪ (Ohris & Joshi, 1961).

وعند دراسة تأثير نقص مياه الشرب على تركيب لبن الإبل مع بقاء الأعلاف دون تغيير طوال العام تبين وجود تغييرات كبيرة فى محتوى الماء فى اللبن (Yagil & Etzion, 1980) حيث لم يسمح للإبل بتناول المياه على حريتها إلا فى الشتاء أما فى الربيع وحتى نهاية الصيف فلايسمح للأمهات والصغار بتناول المياه إلا مرة واحدة فى الأسبوع ولمدة ساعة واحدة. وعند حصول الإبل على حاجتها من المياه دون قيد يبلغ محتوى الماء فى اللبن ٨٦٪ بينما عندما يقيد حصولها على المياه فإن محتوى الماء فى اللبن يرتفع إلى ٩١٪.

وهكذا يتضح أن الناقة الحلوب تفقد الماء في اللبن الذى يحلب فى أوقات الجفاف وربما يكون ذلك تكيفاً طبيعياً لتوفير العناصر الغذائية والسوائل الضرورية لصغار الإبل التى لاتجد المياه ولوحظ أن زيادة محتوى الماء فى اللبن الذى تنتجه الإبل العطشى يصاحبها إنخفاض فى محتوى الدهن من ٤,٣٪ إلى ١,١٪.

القيمة الغذائية للبن الإبل

يحتوى لبن الإبل على نسبة مماثلة من البروتين لتلك الموجودة فى لبن الأبقار وأعلى قليلاً من نسبة البروتين فى لبن الماعز بل أعلى كثيراً بالنسب الموجودة فى ألبان الأم والأفراس والأتان (Elagamy *et al.*, 1998b). ويحتوى بروتين لبن الإبل على نسبة عالية من الأحماض الأمينية الضرورية إذ تمثل ٥٢٪ من الأحماض الأمينية الكلية المكونة للبروتين وهى نسبة تتماثل مع مثيلاتها فى ألبان الأبقار والجاموس والأم والماعز والأغنام ولكنها تزيد عن تلك الموجودة فى ألبان الأفراس والأتان وهذه النسبة كافية تماماً لسد الإحتياجات الضرورية من الأحماض الأمينية الضرورية للتغذية.

ويمتاز لبن الإبل بميزة خاصة دون بقية ألبان الأجناس الأخرى ألا وهى أن حجم كرية أو حبيبة الدهن به صغيرة جداً وبالتالى تكون مسئولة عن ظهوره بالشكل المجنس homogenized طبيعياً مما يعنى أن معدل هضم لبن الإبل أعلى بكثير من مثيله للبن الأبقار بالرغم من أن نسبة الدهن فى كل منهما متقاربة ويرجع ذلك إلى صغر حجم حبيبة الدهن فى لبن الإبل (Elagamy, 1983).

ويحتوى لبن الإبل على الأملاح والمعادن بما يعادل ثلاثة أضعاف تلك الموجودة فى لبن الأم وهذا المحتوى أعلى بكثير من مثيله فى لبن الأفراس والأتان وأعلى قليلاً مما فى لبن الماعز والأبقار ولكنه مماثل لمحتوى لبن الجاموس ولكن أقل من محتوى لبن الأغنام (Elagamy *et al.*, 1998b).

يعطى لتر من لبن الإبل قيمة حرارية أعلى بكثير مما يعطيه حجم مماثل من ألبان الأفراس والأتان والأم ولكنه يتساوى مع مايعطيه لتر من لبن الأبقار والماعز بل أقل بكثير من ألبان الجاموس والأغنام (Elagamy *et al.*, 1998b). أما بروتينات لبن الإبل فإنها أكثر تحملاً لدرجات الحرارة العالية مقارنة بألبان الأبقار والجاموس. فقد أوضحت الدراسة (Elagamy, 2000b) أن بروتينات سيرم لبن الإبل وخاصة بروتينات المناعة أكثر تحملاً للحرارة من مثيلاتها فى اللبن البقرى والجاموسى مما يعنى أن لبن الإبل المبستر يحتوى على قيمة مناعية أعلى من تلك الموجودة فى كلا النوعين السابقين.

يمتاز لبن الإبل كذلك بإحتوائه على نسبة عالية من عنصر الصوديوم وهو يعادل أربعة أضعاف مايحتويه لبن الأم وأعلى بكثير مما يحتويه ألبان الأبقار والجاموس والماعز والأغنام والأفراس والأتان وربما يرجع الطعم الملحى فى لبن الإبل فى بعض الأحيان إلى ذلك المحتوى المرتفع من كلوريد الصوديوم.

كذلك فهو يعتبر مصدراً جيداً لكـل مـن عنصرى الكالسيوم والفوسفور حيث أنه يحتوى على محتوى يعادل ٣,٦ مرة مايحتويه لـبن الأم مـن الكالسـيوم وهو يتقارب فـى ذلك مع ألبان الأبقار والجاموس فى محتواهما من الكالسـيوم بينما يحتـوى علـى مايعـادل ٥,٣ ضعـف مايحتويـــه لـبن الأم مـــن الفوسـفور ولكنـه أقـل ممـا يحتويـه ألبـان الأبقـار والجامـوس (Elagamy *et al.*, 1998b).

كما يمتاز لبن الإبـل بمحتـوى مرتفـع للغايـة مـن فيتامين ج وقـد أكـدت ذلـك الدراسـات العديـدة (Kon, 1959; Knoess, 1979; Elagamy *et al.*, 1998b) وهـذا أمر مـهم مـن ناحيـة التغذيـة خاصة فى المناطق التى تندر فيها الفواكه والخضر التى تحتـوى علـى هـذا الفيتـامين وقـد وجـد أن فيتامين ج فى لبن الإبل يتراوح بـين ٥,٧مجـم و ٩,٨ملليجرام لكـل ١٠٠مـل لـبن ومـع تقـدم فـترة الإدرار يزداد محتوى فيتامين ج (Bestuzheva, 1964). وقد أوضح (Gast *et al.*, 1969) أن محتوى لبن الإبل من فيتامين ج يعادل ثلاثة أمثال مايحتويه لـبن الأبقـار. ويوضـح جـدول (٣) نتـائج دراسة أخـــــرى (Elagamy *et al.*, 1998b) لمقارنة محتوى فيتامين ج فى لبن الإبل مع ألبان الثدييات الأخرى.

ويحتـوى لـبن الإبـل علـى نسـب منخفضـة مـن فيتامينات أ، ب١، ب٢ مقارنة بمـا يحتويـه لبن الأبقار بينما يتساوى محتـواه مـن فيتـامين ب٦ ، ب١٢ بمـا يحتويه لبن الأبقار بينما يحتوى على تركيز مرتفع من فيتامين هـ ويمتاز بالمحتوى المرتفع للغاية من النياسين والذى يعادل تسعة أمثال مايحتويه لـبن الأبقار.

جدول (٣): محتوى فيتامين ج فـى ألبان الأجناس المختلفة.

اللبن	المحتوى (ملليجرام/لتر)
الإبل	٤٦,٢
الأبقار	٢٢,٥
الجاموس	٢٠,٩
الأغنام	٣٦,١
الماعز	١٤,٨
الأم (الإنسان)	٣٩,٦
الأفراس	٥٨,٨
الأتان	٤٤,٢

ودهون لبن الإبل قيمتها الحرارية ضئيلة، ويختلف دهن لبن الإبل إختلافاً كبيراً فى تركيبه الكيماوى عـن ذلـك الخـاص بلـبن الأبقـار حيـث أن الأول يحتـوى علـى نسـبة منخفضـة جـداً مـن الأحمـاض الدهنيـة قصـيرة السلسـلة بـل يحتـوى علـى نسـب مرتفعة نسبياً من الأحمـاض الدهنية المشبعة طويلة السلسلة وكذلك الأحمـاض الدهنيـة غـير المشبعة طويلة السلسلة (Yagil & Etzion, 1980).

تعتبر مركبـات الفوسـفوليبيدات بـالرغم مـن وجودهـا بتركيزات منخفضة فـى دهـن اللبن إلا أن لهـا دوراً مهماً فى التغذية وقد أوضحـت الدراسات التى قام بهـــا (Morrison, 1968a, b) أن فوسـفوليبيدات دهن لـبن الإبل لاتتمـاثل فى تركيبها وصفاتها مع فوسفوليبيدات دهـن ألبان الأجناس الأخـرى مثل البقر والجاموس والأتان والخنازير. حيث أحتـوت فوسفوليبيدات دهون ألبان المجترات العشبية على

أحماض دهنية متفرعة branched وعلى نسب صغيرة للغاية من الأحماض الدهنية غير المشبعة والتى تحتوى على أكثر من رابطة مزدوجة. كذلك فإن مركبات السفينجوميلين بها تحتوى على نسبة عالية من الحمض الدهنى المشبع tricosanoic acid (حمض ثلاثى كوسانويك) المحتوى على ٢٣ ذرة كربون ولكنها تحتوى على نسبة منخفضة من الحامض الدهنى غير المشبع nervonic acid (حمض نيرفونيك) المحتوى على ٢٤ ذرة كربون ورابطة مزدوجة واحدة، فى مقابل ذلك تحتوى فوسفوليبيدات دهن لبن الإبل على نسب مرتفعة من حمض اللينولييك وكذلك الأحماض الدهنية غير المشبعة طويلة السلسلة، كذلك فإن سفنجوميلين دهن لبن الإبل تحتوى على نسب مرتفعة من حمض نيرفونيك nervonic فى مقابل نسب منخفضة من حمض ثلاثى كوسانويك tricosanoic مقارنة بدهون المجترات الأخرى. وهناك إختلاف واضح آخر فى دهن لبن الإبل حيث يمثل مركب الفوسفاتيديل الإيثانول أمين على ١٥٪ من مركب البلازمالوجين فى حين تبلغ هذه النسبة ٤٪ فى دهون لبن الأبقار.

المنتجات اللبنية وإستخداماتها

نظراً لأن اللبن الذى تنتجه الناقة الحلوب يوفر التغذية لصغارها وللإنسان فإنه لايتبقى كميات كبيرة لتحويلها إلى منتجات أخرى وعلاوة على ذلك فإن تكوين وتركيب لبن الإبل ذاته لايتيح صنع بعض المنتجات اللبنية التى تصنع عادة من ألبان الأبقار والجاموس والأغنام والماعز ورغم ذلك فإن هناك بعض المنتجات اللبنية التى تصنع من لبن الإبل إلا أنه فى الغالب يستهلك سائلاً بغرض التغذية أو يستخدم فى أغراض أخرى مثل علاج بعض الأمراض. وحيث أنه لاتتوفر وسيلة مثل المبردات لحفظ لبن الإبل الزائد عن الحاجة لفترة طويلة ولذلك يلجأ البدو إلى تركه فى أى آنية لحين التخثر والذى يستغرق وقتاً أطول مقارنة بألبان الحيوانات الأخرى ثم يستخدم بعد ذلك اللبن المتخثر إما كغذاء أو كدواء (Elagamy, 1983). وفى بعض الحالات يخلط لبن الإبل بألبان الأغنام أو الماعز لتصنيع منتجات لبنية أخرى.

ومن المنتجات اللبنية التى تصنع من لبن الإبل فى منطقة القوقاز بعض الألبان المتخمرة مثل "الكيفير" و"الشال shal" والأخير مشروب أبيض له مذاق حمضى (Lakosa & Shokin, 1964). وفى منغوليا يعتبر "التاراج" من منتجات الألبان المتخمرة المماثلة للزبادى فى حين أن "الأوندا" منتج يصنع من عملية التخمر لسكر اللاكتوز بلبن الإبل.

وهناك بعض المنتجات اللبنية الأخرى التى تصنع من اللبن كامل الدسم غير المتخمر مثل "الخوا" والتى يصنع بتبخير كميات صغيرة من اللبن على نار عالية ثابتة ويحرك اللبن بإستمرار لتجنب أن يشيط ثم يترك ليبرد لتتكون عجينة شبه صلبة لها مذاق حلو ويمكن الإحتفاظ "بالخوا" لمدة تقارب ٢٠٠ يوماً وإذا ما أضيف إليها السكر تبقى لفترات أطول (Aggarwalda & Sharma, 1961).

ويصنع أيضاً مايعرف "بالرابرى" و "المالاى" وهى منتجات شبيهة بالخوا.

الزبد والمنتجات الدهنية

يتحدث بعض الباحثين عن صنع الزبد من لبن الإبل بينما يقطع آخرون بإستحالة صنع الزبد من لبن الإبل وعلى أية حال فإن صنع الزبد من لبن الإبل ليس سهلاً مثل صناعته من لبن الحيوانات الأخرى وذلك بسبب الخصائص الفريدة لدهن لبن الإبل ووجود كريات الدهن فى شكل كرات دقيقة الحجم. وقد أمكن الحصول على الزبد المخضوض churning من لبن الإبل بعد خض اللبن لمدة إستغرقت ٤ ساعات. وقد لوحظ أن قشدة لبن الإبل لاتخض على درجة حرارة منخفضة وفى الصحراء الكبرى يصنع الزبد بأن يوضع لبن الإبل فى قربة رقيقة مصنوعة من جلد الماعز وخالية من الشعر لمدة ١٢ ساعة وهذه القربة لاتغسل بالمياه إطلاقاً وترفع درجة الحرارة فى داخلها إلى ٢٨°م وفى الشتاء توضع القربة عادة على الأرض بجانب نار دافئة قبل صنع الزبد وهذه الحرارة تساعد فى عملية التخمر وتخض القربة عندما تصبح نصف ممتلئة باللبن المتخمر وتعلق القربة بعد ذلك فى عامود فى الخيمة وتهز بسرعة يميناً وشمالاً ويضاف بعض الماء البارد إلى القربة قبل نهاية الخض والزبد الطازج لايؤكل دائماً بل يستخدم كدواء ومن الصعب حفظه ويفسد بسرعة وقد يصنع السمن من الزبد بإسالته على حرارة ١٠٠ - ١٢٠°م لمدة ٣٠ دقيقة وتضاف بعض مواد التنقية إلى الزبد المسال ثم يحرك بملعقة من الخشب وهذه المواد المُنَقِيَة قد تكون بلح مجروش أو قطعة محمصة وناعمة من قرن كبش أو أوراق نوع معين من النباتات أو البذور وتكسب الأوراق السمن لوناً ورائحة معينة.

ويضع البدو فى شبه جزيرة سيناء لبن الإبل المتبقى لديهم فى وعاء كبير من الفخار ويترك ليتخمر جزئياً ثم يضعون اللبن فى قربة من الجلد وتخض لمدة ٤ ساعات وزبد لبن الإبل قوامه أكثر صلابة من زبد لبن الأغنام ولهذا الزبد مظهر ومذاق دهنى ولذا فإنه لايؤكل منه إلا القليل.

صناعة الجبن

بالرغم من الإختلاف الكبير بين تجبن لبن الإبل وألبان الحيوانات الأخرى بالمنفحة حيث يصعب الحصول على خثرة قوية من لبن الإبل مثلما يحدث مع ألبان الأبقار والجاموس والأغنام والماعز إلا أن محاولات عديدة أجريت لدراسة بروتينات لبن الإبل ومعرفة طريقة تجبنها بالإنزيمات المختلفة أدت إلى معرفة الحصول على الكثير من المعلومات التى أفادت فى تحويل لبن الإبل إلى جبن (Farah, 1993; Elagamy & Kamal, 1998a; Elagamy, 2000a). فقد أمكن صناعة جبن من لبن الإبل ولكن بإستخدام كمية أكثر من المنفحة عن تلك المضافة للبن الأبقار (Ramet, 1987). كذلك أمكن صناعة الجبن الدمياطى أو الجبن الطرى من لبن الإبل (Mehaia, 1994). وفى بعض المناطق المتفرقة أمكن تصنيع جبن جاف من لبن الإبل ولكنه ليس بالأسلوب العلمى المعروف فمثلاً يصنع بدو شبه جزيرة سيناء جبناً جافاً يسمى "أفيح" وهو عبارة عن كرات من الجبن تصنع من اللبن الخض بعد إستخلاص الزبد وتوضع

كرات الجبن على جوانب الخيمة حتى تجف. هذا ومن مأثورات البدو فى هذه المنطقة أنهم يقولون أن الجبن لايمكن أن يصنع من لبن الإبل وذلك يعود إلى أن الإبل قد تحدثت مع النبى محمد صلى الله عليه وسلم فلايحل صنع الجبن من لبنها ولاصبغ وبرها ولذا فإن صناعة الجبن من لبن الإبل محرمة إلا بعد صناعة الزبد (Elagamy, 1983). بالإضافة إلى ماسبق فإن بروتينات لبن الإبل تختلف فى صفاتها الطبيعية والكيماوية عن تلك الخاصة بألبان الأبقار والجاموس والماعز والأغنام ولهذا فإنه من السهولة التعرف على وجود أى بروتينات من تلك الألبان مع بروتينات لبن الإبل بمعنى خلط هذه الألبان مع لبن الإبل وتحويلها إلى جبن فيمكن بسهولة بإستخدام طرق الفصل الكهربى التعرف على وجود هذه الألبان مع لبن الإبل أو بعد تصنيع لبن الإبل المخلوط وتحويله إلى جبن (Elagamy & Kamal, 1998b).

الإستخدامات المتنوعة للبن الإبل

أ- الخصائص المناعية والإستخدامات الطبية

أوضحت الدراسات العديدة (Elagamy *et al.*, 1992; Elagamy, 1994b, Elagamy *et al.*, 1996; Elagamy *et al.*, 1998a; Elagamy, 2000b) أن لبن الإبل يمتاز بمميزات مناعية فريدة تختلف إختلافاً كلياً عن ألبان الحيوانات الأخرى حيث أنه يحتوى على تركيزات مرتفعة للغاية من بعض المركبات المثبطة لفعل بعض البكتيريا الممرضة وبعض الفيروسات فقد وجد أن لبعض المركبات التى تم تنقيتها من لبن الإبل كانت لها الأثر الفعال أو المثبط أو المميت لبعض البكتيريا المسببة للتسمم الغذائى وتلك المسببة للإسهال الحاد المصاحب بنزيف عند الأطفال أو الكبار وكذلك بعض الفيروسات المسببة للإسهال. وربما تفسر تلك النتائج مايعرف عند البدو فى كثير من بلدان العالم أن لبن الإبل تستخدم فى كثير من الأحيان كدواء لعلاج العديد من الأمراض فمثلاً يستخدم لبن الإبل فى الهند كعلاج للإستسقاء واليرقان ومتاعب الطحال والسل والربو والأنيميا والبواسير (Rao *et al.*, 1970). وقد أثبت مُنْتَج "الشاك" فائدته فى علاج السل وأمراض الصدر (Gast *et al.*, 1969)، وقد تحسنت وظائف الكبد فى المرضى المصابين بإلتهاب الكبد بعد أن عولجوا بلبن الإبل (Sharmanov *et al.*, 1978). والواقع أن لبن الإبل ثبتت فعاليته فى العلاج مثل لبن الأتان "الحمير" بل ويفوقه مع إستخدام دواء واحد.

ولبن الإبل له مفعول مسهل إذا تناوله الناس الذين لم يتعودوا على إستخدامه (Rao *et al.*, 1970). ومن الواضح أن المعدة تضطرب فقط عند تناول لبن الإبل وهو مازال دافئاً أما عندما يبرد فليس له أية تأثيرات ضارة (Gast *et al.*, 1969). كما أنه من الواضح أن لهذا اللبن خصائص تؤدى إلى تخفيض الوزن، ولبن الإبل يعطى للمرضى والشيوخ والأطفال وذلك نتيجة للإعتقاد بأن هذا اللبن مفيد للصحة كما أنه مفيد للغاية فى تكوين العظام (Gast *et al.*, 1969; Elagamy, 1983). والإعتقاد السائد بين بدو شبه جزيرة سيناء هو أنه يمكن علاج أى مرض باطنى بتناول لبن الإبل ويقال أن لهذا اللبن قوة وخصائص مفيدة للصحة

لدرجة أنه يطرد جميع أنواع البكتيريا من الجسم، وأن لبن الإبل يفيد كثيراً فى علاج عقم السيدات ويقال أن هذا ينطبق فقط على الإبل التى تأكل أنواعاً معينة من الشجيرات والأعشاب. وتستخدم الشجيرات والأعشاب ذاتها فى أعداد بعض الأدوية غير أنه يقال أن الإبل التى تأكل التبن تفقد هذه الخاصية. وفى دراسة حديثة (Elagamy, 2000c) وجد أن الإبل التى تتغذى على الأعشاب فقط يحتوى لبنها على مركبات مناعية تعادل أربعة أمثال الإبل التى تتغذى على الحبوب والنباتات الخضراء.

ب- الخصائص الغامضة والفلكلور الشعبى

بعض البدو فى عديد من بلدان العالم يعتقدون أن لبن الإبل مفيد فى تقوية الناحية الجنسية (Rao *et al*, 1970) وفى الصومال تعتقد القبائل الرعوية أن اللبن الذى يُشْرَب فى الليلة التى تشرب فيها الإبل الماء لأول مرة بعد فترة عطش طويلة له قوى سحرية ومن يشرب اللبن فى هذه الليلة من ناقة أطفأت عطشها سوف يتخلص من الأشواك التى تغلغلت فى قدميه حتى لو كانت تعود إلى فترة الصبا.

وفى الصحراء الغربية فى مصر يعتقد البدو أن حلب الناقة بعد ولادتها بفترة قصيرة فى وجود أحد الغرباء عن القبيلة وشربه من لبنها سوف يؤدى ذلك إلى جفاف أو توقف الناقة عن إدرار اللبن.

وفى الصحراء الكبرى هناك إعتقاد سائد بأنه عندما يقدم لبن الإبل لضيف من الضيوف لايقدم له إلا لبن ناقة واحدة (Gast *et al*.,1969) وذلك لأنه إذا حسد الضيف القطيع فإن الناقة التى شرب من لبنها هى فقط التى ستتوقف عن إدرار اللبن.

(السيد العجمى - قسم الألبان - كلية الزراعة - الشاطبى - جامعة الأسكندرية)

جبن cheeses

تُعَرَف الجبن فى دستور الأغذية بأنها "المنتج الطازج أو المنضج المتحصل عليه بتصفية السائل بعد تخثر اللبن أو الكريمة أو اللبن الفرز أو اللبن الفرز أو المفروز جزئياً أو بإرتباطات بين هذه المكونات" ولما كان هذا التعريف لايدخل فيه جبن الشرش whey cheese فقد أضيف "جبن الشرش هو المنتج المتحصل عليه بتركيز الشرش مع أو بدون إضافة اللبن أو دهن اللبن".

وعمل الجبن هو نوع من المحافظة على اللبن. وفى القديم تسببت البكتيريا الموجودة فى اللبن الخام أو الوسط المحيط فى أن ينفصل اللبن إلى خثرات وشرش بعد فترة معينة من الزمن أما الآن فالصحة والإنتاج على نطاق واسع يعنى أن مزارع بكتيرية محضرة خصيصاً يجب أن تضاف وأن طرق مضبوطة تماماً يجب أن تتبع.

وتخمر سكر اللاكتوز فى اللبن بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك (ب.ح.ل LAB أو البادىء starter) تنتج حمض لاكتيك الذى يعطى نكهة حمضية طازجة وبجانب عمله كحافظ فإن حمض اللاكتيك يساعد فى إعطاء القوام الصحيح للخثرة المتكونة عندما يضاف الرينيت لتخثير بروتين اللبن. والكائنات الدقيقة المحبة المتبقية فى الخثرة المصفاة تؤثر أيضاً على تكون النكهة فى الجبن.

وبعد تخثير اللبن تقطع الخثرة curd إلى قطع صغيرة ويطلق الشرش بإنكماش الخثارة/الجلطة coagulum فى العملية المعروفة بإندغام الجل syneresis واللاكتوز المتبقى يعصر خارجاً. ثم يصفى الشرش وتقولب الخثرة إلى شكل متخصص خاص بالجبن الذى يجرى تصنيعه.

وإرتباطات بين كميات بادىء المزرعة والرينيت المستخدم ودرجة الحرارة وطول الزمن ومستوى الحموضة المطلوبة وطريقة مناولة الخثرة مع فعل الإنزيم من البكتيريا المضافة أو الفطر المضاف ضرورى لأنواع معينة من الجبن تؤدى إلى تكون القوام والنكهة الخاصين لكل جبن.

وتتبع طرق معينة دائماً كما تتبع طرق ثابتة للإنضاج فى إنتاج كل نوع معين من الجبن تبعاً للخطوات الآتية:

١- اللبن الذى سيصنع منه الجبن يدفىء سواء كان خاماً أو مبستراً.
٢- تضاف مزارع البادىء يتبعها الرينيت.
٣- الخثارة/الجلطة coagulum المتكونة تقطع وتقلب لإطلاق الشرش ويحدد محتوى الرطوبة فى الخثرة curd.
٤- درجة حرارة مخلوط الخثارات والشرش لرفع فى عملية تعرف بإسم السمط scalding.
٥- يصفى الشرش.
٦- توزع الخثرة فى قوالب وتترك لتصفى طبيعياً أو تحت ضغط (الجبن الصلبة المضغوطة) لإنقاص الرطوبة المتبقية.
٧- الجبن بعد إخراجها من القوالب تعامل بطرق خاصة التى تؤثر على خصائص النكهة (تملح أو تشمع waxed أو تثقب pierced أو تلطخ smeared أو ترش بالفطر) وتترك لتنضج فى ظروف مضبوطة.

وكل الجبن تملح فى مرحلة من الإنتاج إما قبل القولبة بوضعها فى حمامات ملحية أو قبلها بتركها لتنضج، بحك السطح rubbing the surface.

وطول الوقت الذى يمكن الإحتفاظ به بالجبن يتوقف على محتوى الرطوبة الذى هو نتيجة لمناولة الخثرة فالجبن الجافة جداً من إيطاليا وسويسرا مثل بارميجيانو ريجيانو parmegianno reggiano أو سبرنز sbrinz وبها محتوى رطوبة حوالى ٣٠٪ (٢٦-٣٤٪) تستمر فى النضج وتتحسن نكهتها لمدد ١-٢ سنة وأحياناً ٣-٤ سنوات. والجبن الجافة المضغوطة مثل الشيدر Cheddar والشيشير Cheshire والليسيستر Leicester وغيرها وبها رطوبة حوالى ٤٠٪ (٣٥ - ٤٥٪) تنضج فى النكهة فى حوالى ٣ - ١٢ شهراً أو أكثر بينما الجبن شبه الجافة أو شبه الطرية مثل الجودة Gooda والإدام Edam والإيمنتال Emmental وبها ٤٥ - ٥٠٪ رطوبة تستهلك عادة بعد ٢-٣ أشهر. والجبن الطرية المنضجة مثل البراى Brie والكاممبيرت Camembert وبها رطوبة قصوى ٥٥٪ تنضج بينما ٨-١٢ أسبوع والمنضجة بالفطر داخلياً مثل الجبن الزرقاء مثل جورجونزولا Gorgonzola والروكفور والأستيلتون Stilton تأخذ وقتاً أطول بينما الجبن الطرية وبها مابين ٥٠٪، ٨٠٪ تحفظ لمدة عدة أيام فقط.

(Macrae)

مزارع البادىء المستخدمة فى عمل الجبن
starter cultures employed in cheese making

مزارع البادىء المعروفة لنا الآن هى إرتباطات متوازنة بين كائنات اللاكتيك ولكن البادئات الأصلية كانت نتيجة لحموضة اللبن الطبيعية وغير المتخصصة. وتم تحسين وتقدم عمل هذه العناقيد الطبيعية لتقابل طلبات صناعة الألبان الحديثة.

تاريخ مزارع البادىء: التقدم من الحموضة الطبيعية إلى تكوين بادىء ربما أبتدأ عندما كان التخمر بطيئاً أو كان لايوجد تخمر وقد لوحظ أن كان هناك تخمراً أحسن عندما أضيف شرش من اليوم السابق فى عمل الجين إلى اللبن الطازج. وهذا إستغل القدرة الثابتة من مزرعة اليوم السابق وكان أيضاً سلفاً لإستخدام النقل اليومى/تكاثر المزارع. والمزرعة المنقولة أستخدمت لبدء التخمر وبالتالى المزارع سميت بادئات الجبن cheese starters.

وبجانب بكتيريا حمض اللاكتيك وجدوا عدداً من الملوثات غير المرغوبة ولكن بتنقيتها فإن المزارع حفظت بإستخدام عملية تحت زراعتها subculturing المستمرة تحت ظروف مطهرة فى وسط معقم. ومن هذه المزارع الأصلية فقد أختير أحسنها وجعلت متاحة لصانعى الجبن على هيئة مزرعة سائلة كمخمر حمض لاكتيك نقى.

وهذه المزارع تم التعرف عليها characterized ثم جفدت وهى تكون الآن أساس معظم المزارع الحديثة.

كائنات مزرعة البادىء
starter culture organisms

الكائنات المعزولة من البادئات الطبيعية قسمت إلى بكتيريا حمض اللاكتيك ب.ح.ل LAB (الجدول ١). وهناك عدد من الكائنات تستخدم فى عمل الجبن وهى يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين: بكتيريا محبة لدرجة حرارة متوسطة mesophilic (مع درجة حرارة مثلى ٣٠°م) وهذه عزلت فى مصانع ألبان تقع فى شمال أوروبا وبكتيريا محبة لدرجة حرارة عالية thermophilic (مع درجة حرارة مثلى ٤٥°م) وهذه عزلت فى بلاد البحر الأبيض المتوسط (الجدول ٢). والمزارع المستخدمة فى المملكة المتحدة فى عمل الجبن هى الكائنات المحبة للحرارة المتوسطة بينما المستخدمة فى إيطاليا هى الكائنات المحبة للحرارة العالية. وتستخدم مزارع غير مزارع بكتيريا حمض اللاكتيك فى التخمر الثانوى وهى: *P. roqueforti* ، *Penicillium camemberti* ، *Propionibacterium* ، *Brevibacterium linens* *shermanii*.

تكوين مزارع البادىء
composition of starter cultures

المزارع الأصلية غير المعرفة تحتوى سلالات عديدة من بكتيريا حمض اللاكتيك بما فيها سلالات فى جنس واحد. والكائنات فى نفس المجموعة لها خصائص متشابهة ولكن هناك أيضاً إختلافات فمثلاً فى معدل التحميض وفى إنتاج العبير وثانى أكسيد الكربون وفى النشاط البروتيوليتى وفى إنتاج مركبات ضد الكائنات أو نوع اللاقم phage type

ولكن بالرغم من هذه الخصائص المختلفة أو ربما بسببها فإنها تنمو معاً فى علاقة تعايش symbiotic بسيطة mildly.

جدول (١): الخواص المميزة لبكتيريا حمض اللاكتيك الموجودة فى مزارع البادىء.

الإســـــــــم	الشكل	درجة حرارة النمو		حمض لاكتيك فى اللبن (٪)	مشابه اللاكتات	تخمـــر			أيض السترات	ن يدم من أرجينين
		١٠	٤٥			لاكتوز	جلوكوز	جالاكتوز		
L. lactis ssp. *lactis*	كروى	+	−	٠,٨	ل. L	+	+	+	−	+
L. lactis ssp. *cremoris*	كروى	+	−	٠,٨	ل. L	+	+	+	−	−
L. lactis ssp. *lactis* biovar *diacetylactis*	كروى	+	−	٠,٨	ل. L	+	+	+	+	−/+
Leu. cremoris	كروى	+	−	٠,٢	د. D	+	+	+	+	−
Str. salivarius ssp. *thermophilus*	كروى	−	+	٠,٦	ل. L	+	+	−	−	−
Lb. delbrueckii ssp. *bulgaricus*	قضيبى	−	+	١,٨	د. D	+	+	−	−	+
Lb. helveticus	قضيبى	−	+	٢,٠	د.ل DL	+	+	+	−	−

جدول (٢): الكائنات المحبة للحرارة المتوسطة والمحبة للحرارة العالية المستخدمة فى صناعة الجبن.

كائنات محبة للحرارة المتوسطة	درجة حرارة النمو تتراوح مابين ١٥–٤٠°م
- كائنات متجانسة التخمر	*Lactococcus lactis* ssp. *lactis*
homofermentative	*Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*
- كائنات متغايرة التخمر	*Lactococcus lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis*
heterofermentative	Leuconostoc cremoris
كائنات محبة للحرارة العالية	**درجة حرارة النمو تتراوح مابين ٣٠–٥٠°م**
- كائنات متجانسة التخمر	*Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*
homofermentative	*Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*
	Lactobacillus helviticus

السلالات العديدة المختلطة المحبة للحرارة المتوسطة

mesophilic mixed multistrain

الباقون من مزارع البادىء الأصلية توصف بأنها مزارع عديدة السلالات المختلطة فالمزرعة تحتوى تقريباً ٥٪ *L. lactis* ssp. *lactis*، ٧٠٪ *L. lactis*، ssp. *cremoris*، ١٠٪ *Leu. cremoris*، ١٥٪ *L. lactis* biovar. *diacetylactis* وهذا المخلوط غير المعرف وصل لتوازن طبيعى. وهى تخمر اللبن إلى رقم جـ يد نهائى ٤,٥ وتتميز بالإعتدال/اللطافة mildness وإكتمال النكهة وإنتاجها البطىء للحمض ولكنه مستمر وهذه الصفات مهمة لكثير من أنواع الجبن وتستخدم بإنتظام فى إنتاج الشيشير Cheshire والكاممبرت Camembert والأستيلتون والجبن الطازج fromage frais والأيدام وغيرها حيث تَكَوُّن الخروم الصغيرة small hole أو القوام المفتوح open structure مطلوب.

المزارع عديدة السلالات multistrain: كانت هذه أول مرحلة فى خلق مزارع معرفة. فسلالات من نفس الجنس أو لها خواص معينة جمعت مع بعضها وكان الغرض منها أن الجبن المصدر من نيوزيلندا لليابان لاينتج غازاً أثناء الشحن وهذه السلالات تستخدم مع الشيدر Cheddar وجبن الكوخ Cottage cheese حيث إنتاج الغاز أو القوام المفتوح open texture يمكن أن يسبب مشاكلاً وهى معرضة لهجوم الفيرس (لاقم البكتيريا بكتريوفاج) الذى يقتلها.

مزارع معرفة السلالة defined strain cultures: صانعوا الجبن طلبوا مزارعاً تقاوم اللاقم أحسن لإستخدامها فى إنتاج جبن الشيدر فتم تصفية السلالات لمقاومتها للاقم وأيضاً لكونها جيدة فى إنتاج الحمض مع نكهة نظيفة ونشاط بروتيوليتى جيد. والنتيجة النهائية كانت سلالات مزدوجة مقاومة للاقم paired phage-resistant وبإستخدامها بطريقة غير دورية non-rotational مع سلالات متاحة كمعزز backup فى حالة أن لاقماً phage ينتج لواحد أو لكلا السلالتين.

والمزارع معرفة السلالات لايلزم أن تكون إثنتين فقط بل قد تحتوى على أكثر من ذلك ولكن وجد أن التوازن بين سلالات سريعة وبطيئة مهم لإعطاء خواص نكهة جيدة فإذا سادت السلالات السريعة يتكون نكهات قاسية harsh فى الجبن الشيدر.

والسلالات المنتقاه للجبن الكوخ يجب أن يكون لها القدرة على إنتاج حمض موحد خلال التنك ولاتتأثر بالأجسام المضادة antibodies الطبيعية الموجودة فى اللبن والتى تلزز agglutinate بعض السلالات كجزء من آلية الدفاع الطبيعى ضد الأجسام الغريبة فسلالات ذات نشاط بروتيوليتى جيد مع إستخدام السكر تُنْتَقى لجبن الموتزاريلا Mozzarella. وعموماً فالسلالات يمكن أن تُنْتَقى وترتبط مع بعضها لإعطاء الخواص المطلوبة.

دور مزرعة البادىء فى صناعة الجبن

إنتاج الجبن يحول لبناً ذا عمر رف قصير إلى منتج جبن ذى عمر رف طويل والبادىء يساهم فى خواص كثيرة فى إنتاج وخواص الجبن:

١- الدور الأول لمزرعة البادىء هو إنتاج حمض لاكتيك من اللاكتوز ويبتدىء الأمر بلبن أصلى له رقم جـيد ٦,٦ وهذا الرقم يجب أن ينزل إلى ٤,٧ فى ٤ ساعات لجبن الكوخ ، ج يد ٥,٢٥ فى ٤,٥ ساعة لجبن الشيدر ، جيد ٥,١ فى ٢٠ ساعة للجودة و جيد ٤,٥ فى ١٨ ساعة للكوارج quarg. ولتحقيق هذه النتائج يضاف البادىء على سبيل المثال بمقدار ٥٪ لجبن الكوخ، و٠,٢٪ للكوارج. وبعض أنواع الجبن يمكن تصنيعها بالتحميض المباشر مثل جبن الكوخ والموتزاريلا للبيتزا. ولكن المزرعة تؤدى أكثر من التحميض فهى تضبط تقدم الفلورا من غير البادىء وتثبط البكتيريا الممرضة وتحسن عمر الرف وأهم شىء أنها تساهم فى تكون النكهة.

٢- وبجانب الحمض المنتج بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك فالكائنات غير المتجانسة heterofermentative تنتج مركبات نكهات متطايرة مثل ثنائى الإسيتيل diacetyl وثانى أكسيد الكربون من السترات وثانى أكسيد الكربون الناتج يساعد فى تكوين القوام المفتوح للشيشير والأستيلتون وفى إنتاج خروم فى الأنواع الأخرى مثل الإيدام والهافارتى havarti والدانبو danbo.

٣- ودور كائنات البادىء الأخير يأتى أثناء النضج فهى تساهم فى إنتاج إنزيمات البروتيناز والببتيداز peptidase ونشاطهما مهم فى المساعدة على إنتاج النكهة فى الجبن الناضج.

و٩٥٪ من نشاط كائنات الـ *Lactococcus* البروتينازى يتصل بجدار الخلية بحيث ينتج عدداً من الببتيدات من بروتين اللبن. وهذه الببتيدات يتم تكسيرها بعد ذلك بواسطة إنزيمات ببتيداز داخل الخلية. وبعض الببتيدات الناتجة من المرحلة الأولى للتحلل البروتينى يمكن أن تسبب نكهة قاسية harsh وربما نكهة مرة. وإنزيمات الببتيداز تنقص من هذه النكهة بتكسير الببتيدات إلى أحماض أمينية ولكن يجب ملاحظة أن إنزيمات الببتيداز تُمْنَع من النشاط على ببتيدات النكهة المرة حتى موت الخلية البكتيرية وإنطلاق الإنزيمات فى الجبن.

وعلى ذلك فالبادىء لابد وأن يعطى نظاماً بروتيوليتياً متوازناً إذا أريدت نكهات ناضجة.

دور المزارع غير المنتجة لحمض اللاكتيك role of non-LAB cultures

ويدخل ضمن هذه المزارع غير المنتجة لحمض اللاكتيك مزارع من بكتيريا حمض البروبيونيك ، *Brevibacterium* وفطر من جنس الـ *Penicillium*. والـ *Propionibacterium shermanii* تُسْتَخْدَم فى إنتاج خروم فى الايمنتال فهى تخمر حمض اللاكتيك منتجة حمض بروبيونيك وحمض خليك وغاز ثانى أكسيد كربون. وتنقل الجبن بعد التمليح إلى غرفة دافئة على ٢١°م وبعد ذلك يبتدىء التخمر الثانى منتجاً ثغوراً كبيرة ونكهة حلوة للإيمنتال.

وتُسْتَخْدَم الـ *Brevibacterium linens* كمزرعة إنضاج للسطح surface-ripening culture وتعرف بلون متخصص أحمر/برتقالى كما يرى على

الليمبرجر Limburger كما أنها تنتج نكهة فى إيسروم Esrom ودانبو.

والـ *Penicillium roqueforti* تم عزله من جبن الروكفور Roquefort ويستخدم فى الأستيلتون وأزرق دانا Dana blue وكل هذه الجبن يجب ثقبها للسماح للأكسجين بالوصول إلى جراثيم الفطر داخل الجبن مما يسمح بالتعرق الأزرق المتخصص وكذلك النكهة أن تتكون

والـ *Penicillium camemberti* وقد عُزِلَ من الكاممبرت camembert فيستخدم كفطر منضج لسطح أبيض وهو يستخدم بكثرة على براى Brie والأصناف الأخرى وكلها لها سطح كبير يسمح بإختراق إنزيمات الفطر. وكل هذه الكائنات الدقيقة بالإضافة إلى المزارع المحمضة المنظمة كل منهــا يساهم بمميزات خاصة فى الجبن النهائى.

العوامل التى تؤثر على نمو المزرعة

اللبن بكونه مادة التفاعل الطبيعية لبكتيريا حمض اللاكتيك فإنه يعطى المغذيات المطلوبة فاللاكتوز مصدر للكربوايدرات والكازين يعطى النتروجين كما توجد المعادن والفيتامينات. وتستمر المزارع فى النمو طالما كانت المغذيات متاحة أو إلى أن تثبط بالحمض الناتج ومستوى عالٍ جداً من المغذى قد يكون مثبطاً إذا كان الضغط التناضحى عالياً جداً. كما أن نمو المزارع يثبطه: متبقيات المضــادات الحيويــة أو المعقمــات sterilant، ومستويات عالية من حمض اللاكتيك مما يسبب أن الخلايا تفقد نشاطها وحيويتها. والأكسجين يدخل الوسط مما يعطل النمو ويمكن أن يؤدى إلى فقد النشاط. وتغير درجات الحرارة أثناء التخمر قد يؤدى إلى عدم توازن المزرعة أو قلة نشاطها. وهذه الظروف الغذائية والبيئية سهلة الضبط إنما المهم هو أن العامل الهدام لنمو الخلية هو لاقم البكتيريا (البكتريوفاج bacteriophage).

ولاقــم البكتيريــا أو bacteriophage مصطلــح يستخدم لوصف مادة تشبه الفيروس يمكنها عدوى وهدم البكتيريا وهى تشبه الشرغوف tadpole فى الشكل ولها رأس وذيل وإذا أضيف اللاقم إلى مزرعة معرضة فى معلق سائل فإن جسيمات اللاقم بتحليلها lysing لخلايا البكتيريا تجعل السائل رائقاً من الخلايا مع تكاثر جسيمات اللاقم فى نفس الوقت كالآتى:

١- طرف ذيل جسيم اللاقم يربط نفسه بخلية البكتيريا.

٢- جسم الخلية البكتيرية عند نقطة الربط يُخْتَرَق بجــزء مــن الذيــل وحمــض دى أكســى ريبونيوكلييك من رأس الفيروس يدخل خلايا الذيل إلى الخلية البكتيرية.

٣- ويستخدم حمض دى أكسى ريبونيوكلييك من الفيروس أنزيمات تكرار الخلية البكتيرية لبناء جسيمات لاقم جديد.

٤- وعندما يصبح تخليق اللاقم كاملاً فإن الخلية البكتيرية تتمزق ruptures مطلقة عديداً من جسيمات اللاقم الجديد.

ويسمى عدد جسيمات اللاقم المطلقة من الخلية البكتيرية حجم الإنفجار burst size والزمن الذى ينقضى بين الإرتباط إلى الإنفجار burst يسمى

فترة الكُمُون latent period وحجم الإنفجار burst يتراوح مابين ٥٠ – ٢٠٠ وفترة الكُمُون مابين ٢٠ – ٥٠ق.

واللاقم مقاوم للحرارة نسبياً ولكن ينهدم بحمض الكلورودريك والأيودوفور iodophore. ويحمل اللاقم في الهواء ولذا فقد تصبح مصانع الجبن مصابة به ولذا يجب تجنب التلوث به في كل المراحل.

مراقبة الجودة quality control: تقدير محدود لجودة المزارع السائلة يمكن أن يجرى قبل الإستخدام. والمزارع يمكن تخزينها لمدة ٢٤ ساعة إذا بردت إلى ٥°م ولكن هذه الفترة تسمح فقط بالحصول على النشاط والحيوية ونتائج اللاقم. وأعداد الخلية الحية وملوثات البكتيريا لاتظهر إلا بعد إستخدام المزرعة.

والتقدير القياسي للمزرعة يجرى على إختبار نشاط ٦ ساعات في لبن فرز معاد تكوينه و ٦ ساعات إختبار حيوية في لبن مبستر وإختبار وجود اللاقم أيضاً في لبن مبستر مع إدخال بروفيل درجة حرارة الجبن. وهناك تحويرات لهذه الإختبارات ولكن أساس إختبار النشاط هو تقدير تقدم الحموضة في وقت معين على درجة حرارة معينة ووسط ثابت. بينما إختبار الحيوية يقلد عمل الجبن بإستخدام لبن مبستر مع إضافة الرينيت وتؤخذ القراءات من الشرش. وإختبار وجود اللاقم هو إختبار نشاط بإستخدام لبن مبستر وعندما تختبر أنابيب المقاومة من تلك المحتوية على مستويات مختلفة من الشرش المرشح (بعد إزالة الخلايا الحية) فإن وجود اللاقم المتصل بسلالات المزرعة يمكن معرفته بنقص الحموضة مقارنة بأنابيب المقارنة control. واللاقم يثبط إنتاج الحمض بقتل الخلايا.

وتستخدم طرق الأطباق القياسية مع وسط مختار لمعرفة وجود الكائنات الملوثة وهذه التقنية يمكن إستخدامها أيضاً مع اللاقم الذى يظهر كمناطق رائقة حيث اللاقم قد ثبط نمو المزرعة.

والمزارع التى يمكن إختبارها كاملاً قبل الإستخدام هى المزارع المجمدة والمجففة والمركزة.

وبإستخدام الهندسة الوراثية وتقنية حمض الدى أكسى ريبونيوكلييك معاد الإرتباط recombinant DNA يُسْمَح بتركيب سلالات ذات خواص محسنة مثل مقاومة اللاقم والنشاط والنكهة.

(Macrae)

كيمياء تصنيع الخثرة

chemistry of curd manufacture

الخاصية الوحيدة التى توجد بين كل الجبن أنها تنتج بتخثير كيزين اللبن (وهو الجزء الرئيسى فى بروتين اللبن) ليكون جلاً والذى يصطاد معظم دهن اللبن مالم يستخدم اللبن الفرز ثم يتبع ذلك عملية فصل حيث يزال الشرش السائل من الخثرة الصلبة. وعلى ذلك فإن الكيزين والدهن والأملاح الغروية فى الجبن تركز بعامل قدره ٦–١٢ مرة فى الخثرة بينما معظم الماء واللاكتوز والأملاح الذائبة وبروتينات الشرش تزال كشرش. والجدول (١) يبين تكوين عينات من اللبن وجبن جاف وطرى وشرش علماً بأن هذه البيانات عرضة للتغيير الكبير.

جدول (١): تكوين لبن البقر وجبن جاف وجبن طري وشرش لبن.

	التكوين (٪)				
	ماء	دهن	بروتين	لاكتوز	رماد
لبن	٨٧	٤	٣,٦	٤,٦	٠,٨
جبن شيدر	٣٧	٣٣	٢٥	١	٤
كاممبرت	٥٢	٢٤	٢٠	٠,٥	٣,٥
شرش	٩٣,٣	٠,٤	٠,٨	٤,٣	٠,٦

والتخثر الإنزيمى عملية ذات طورين ففى الطور الأول فإن التجمعات الغروية للجزيئات/المُذَيْلات micelles (وتسمى هنا مُذَيْلات) يحدث لها عدم ثبات كنتيجة للتحلل البروتيوليتى بينما المرحلة الثانية يحدث لها تجمع aggregation للتجمعات الغروية/المُذَيْلات micelles لتكون جلاً.

تجمعات غروية/مُذَيْلات للكازين – وحدة التخثر الأساسية casein micelles - the basic coagulation unit

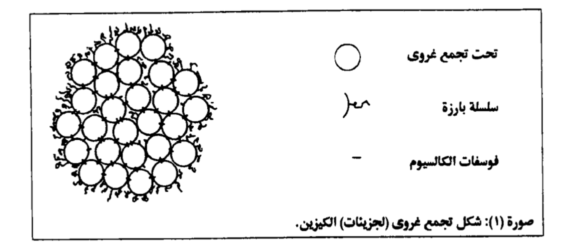
الكيزين حوالى ٨٠٪ من بروتين اللبن ويتكون من أنواع جزيئية عديدة أهمها α_{s1}، α_{s2}، β، κ-كيزين $\alpha_{s1}, \alpha_{s2}, \beta, \kappa$ بالنسب التقريبية ٤ : ١ : ٤ : ١. وبروتينات الشرش الذائبة والتى تمثل ٢٠٪ بروتين اللبن لاتدخل فى عملية عمل الجبن (إلا إذا سخن اللبن لمعاملة حرارية عالية مما يسبب أن بروتينات الشرش تمسخ denatured وتُعَقَّد مع الكيزين). ومعظم الكيزين (٩٥٪) يوجد فى إتصال مع فوسفات الكالسيوم فى تركيب غروى يسمى تجمعات غروية/مُذَيْلات للكيزين casein micelles وهذه ٢٠–٣٠٠ نانومتر فى القطر وهذه التجمعات الغروية/المُذَيْلات هى الوحدات الأساسية الداخلة فى تحول اللبن إلى خثرة وجبن. وتركيبها المضبوط غير متيقن ولكن هناك إتفاق بأنها تتكون من جسيمات أصغر لكيزين متجمع تسمى تحت تجمعات غروية/مُذَيْلات submicelles وأن معظم الـ κ-كيزين يوجد على السطح. والـ κ-كيزين ذو نشاط سطحى amphipathic ومعظم الجزيئات مجيلكسلة glycosylated ألى حد ما. وثلثا الجزء نهايات أمينية (نهايات ن) وهى غير محبة للماء وتكافىء جزء p-κ-كيزين p-κ-casein عند المعاملة بالرينين renneting. أما الجزء الثالث المتبقى من النهاية الكربوكسى (ك C) فهو محب للماء وسالب ويحتوى عدداً مختلفاً من جزيئات الكربوايدرات المحبة للماء ويكافىء جزء ببتيدات الكيزين الكبيرة caseinomacropeptides (أو ببتيدات الجليكو/الكربوايدراتية الكبيرة glycomacropeptides) عند المعاملة بالرينيت. والنهاية ن N-terminal ترتبط مع الكيزين α، β غير المحب للماء ومع فوسفات الكالسيوم الغروية وبذا تبرز فى التجمع الغروى/المُذَيْلة إلى حد ما والباقى – وغالباً معظم الجزيء – يبرز من السطح لإعطاء التجمع الغروى/المُذَيْلة micelle مظهراً شعرياً hairy (الصورة ١) مع κ-كيزين كما فى الصورة (٢).

وقبل إضافة الرينيت للبن فإن التجمعات الغروية/المُذَيْلات لاتظهر أى ميل للتجمع ربما بسبب:

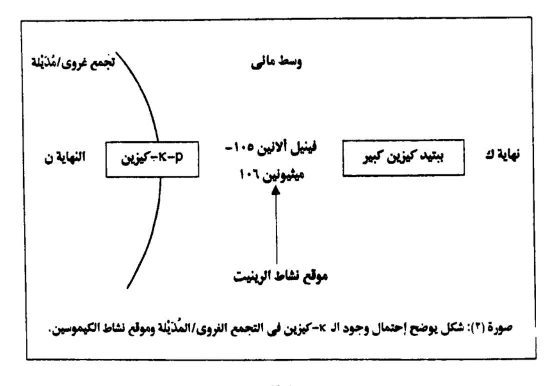
١ – أن "الشعر hairs" المحب للماء سالـب مما يعطى التجمعات الغروية/المُذَيْلات micelles شحنة سالبـة وأن جـهد ζ ζ-potential مابيـن ١٠ – ٢٠ مليـون فولـت. والتنـافر الكهربـى الساكن electrostatic علـى ذلـك يكـون حـاجزاً بـين التجمعـات الغروية/المُذَيْلات.

٢– الطبقات الخارجية "الشعرية hairy" للتجمعات الغرويـة/المُذَيْـلات لايمكنـها الإخـتراق وسـط interpenetrate وبـذا فـإن التجمـع يُمْنَـع بتأثير تجسمى steric effect.

ففـى الواقـع أن المنطقـة المحبـة للمـاء فـى κ– كيزين تحمـى التجمعـات الغرويـة/المُذَيْـلات مـن التجمع وتكوين خثارة.



صورة (١): شكل تجمع غروى (لجزيئات) الكيزين.



صورة (٢): شكل يوضح إحتمال وجود الـ κ–كيزين فى التجمع الغروى/المُذَيْلة وموقع نشاط الكيموسين.

إنزيمات تخثر اللبن والطور الأول للخثرة
milk-clotting enzymes & the primary phase of coagulation

سواء أستخدم الرينيت التقليدي أو البديل فإن الفعل الأساسي هو حلمأة الـ κ-كيزين عند رابطة الفينيل ألانين ١٠٥-ميثيونين ١٠٦ من البروتين كما يظهر في الصورة (٢). وهذه الرابطة أكثر تعرضاً للحلمأة hydrolysis عن الروابط الببتيدية الأخرى في الجزئ نظراً للتركيب الأولي وهيئة conformation الأحماض الأمينية المحيطة.

κ-كيزين على ذلك يتكسر إلى p-κ-كيزين غير محب للماء ويبقى متصلاً بسطح التجمع الغروي/المُذَيْلة وببتيد الكيزين الكبير caseinomacropeptide والذي ينفصل من سطح التجمع الغروي/المُذَيْلة. وبهذه الطريقة فإن معظم شعر الببتيد البارز يزال من التجمع الغروي/المُذَيْلة ويصحب ذلك إنخفاض جهد ζ ζ-potential بين -٥ إلى -٧ مليون فولت. وبذا فإن تنافراً كهربياً ساكناً electrostatic ومجسماً steric بين التجمعات الغروية/المُذَيْلات ينخفض جداً وتصبح التجمعات الغروية/المُذَيْلات غير ثابتة. كما أن الحجم الأيدروديناميكي hydrodynamic voluminosity للتجمعات الغروية/المُذَيْلات ينقص أيضاً.

ومعدل حلمأة κ-كيزين يتأثر بتركيز الرينيت وتركيز أيونات كا++ والقوة الأيونية ودرجة الحرارة ورقم جيد. وأمثل رقم جيد هو في مدى ٥,٠ - ٥,٥ بالرغم من أن هناك نشاط كيموسين كاف عند رقم جيد الطبيعي للبن (٦,٦ - ٦,٨) للتخثر ليحدث. وكثير من خثرة جبن الرينيت تخثر بعد أن يصل الحمض إلى جيد حوالي ٦,٤ - ٦,٦.

الطور الثاني من التخثر
secondary phase of coagulation

تجمع التجمع الغروي/المُذَيْلة للكيزين يمكن أن يبتدىء قبل أن يبتدىء الطور الإنزيمي الأول. وعندما يكون حوالي ٨٥٪ تقريباً من κ-كيزين قد تمت حلمأته فإن التجمعات الغروية/المُذَيْلات تصبح غير ثابتة إلي مستوى حرج. فتبتدىء التجمعات الغروية/المُذَيْلات في التجمع ويزداد معدل التجمع حتى تزال كل ببتيدات الكيزين الكبيرة وبعدها يتبع المعدل نمو الوزن الجزيئي للتجمع مع الزمن خطاً مستقيماً linear والأمثل أن التجمعات الغروية/المُذَيْلات تكون تركيبات تشبه السلسلة التي ترتبط لتكون شبكة جل والتي تصطاد حبيبات الدهن (إن وجد) وهي عملية يمكن رؤيتها بالمجهر الأليكتروني. وبالوقت الذي يمكن رؤية التخثر بالعين المجردة فإن تكوين الشبكة يكون متقدماً.

وسبب التجمع غير مفهوم تماماً ولكن العملية تضمن جاذبات attraction فان درفال وتفاعلات غير محبة للماء وكذلك تفاعلات كهربية ساكنة بين متبقيات الأحماض الأمينية لجزيئات الكيزين في التجمعات الغروية/المُذَيْلات المجاورة. ووجود كا++ حرج للآلية إما لتكون روابط عابرة cross-links بين التجمعات الغروية/المُذَيْلات أو لتعادل شحنات السطح. بجانب أن وجود فوسفات الكالسيوم الغروية ضروري للتخثر. وزمن التخثر للرينيت ينقص إذا بإضافة كا++ والعوامل التي تؤثر على توزيع الكالسيوم في اللبن (مثل ضبط رقم جيد) تغير من معدل التجمع.

والطور الثاني حساس لدرجة الحرارة والتخثر لايحدث تحت ١٥°م حتى ولو أن حلمأة κ-كازين قد تكون كاملة وعادة يجرى التخثر على ٣١°م. ولو أن معدل التجمع أعلا كثيراً عند درجات حرارة أعلا.

تطور الخثرة وإندغام الجل
curd development & syneresis

يتبع التخثر زيادة قوة الجل إذ تزيد نظراً لزيادة عدد وقوة الإتصالات بين التجمعات الغروية/المُذَيْلات وبعض المؤلفين يقترحون إن الروابط العابرة تتكون بين التجمعات الغروية/المُذَيْلات بعد أن تصبح على إتصال مباشر. وهذا يشتمل على ربط مجموعات الفوسفوريل phosphoryl لـ β-كيزين بواسطة كبارى كا$^{+2}$. وزيادة فى عدد الروابط العابرة يؤدى إلى زيادة فى قوة الجل. وقوة الجل تتصل بالإتاء وجودة الجبن ويحددها تكوين والمعاملة المبدئية للبن بجانب طرق التصنيع.

وبعد فترة من تطور الجل فإن الخثرة تقطع للسماح بأندغام الجل (تصفية الشرش). والشرش يطرد خارج الخثرة تبعاً لقوة التجمع وإنكماش الخثرة الناتج. وضبط إندغام الجل أساسى لمحتوى الرطوبة فى الجبن النهائى. وكثير من العوامل التكوينية مثل رقم جـيد ، أيونات الكالسيوم (كا$^{+2}$) ومحتوى الدهن تؤثر على التصفية. وزيادة مستوى الدهن يقلل إندغام الجل بضبط تجمع الكيزين و"سد" القنوات فى الخثرة التى خلالها ينساب الشرش.

التخثر بالحمض أو بإرتباط بين الحمض والحرارة
coagulation by acid or a combination of acid & heat

الجبن ذات الخثرة الحمضية (مثل الكوارج والكريمة وجبن الكوخ) عادة تستهلك من غير إنضاج وتحضر بتحميض اللبن إلى نقطة التكاهر (أس pI) إما بإستخدام كائنات البادىء والتى تنتج حمض لاكتيك من اللاكتوز فى التنك أو بإضافة حمض سبق تكوينه أو محمض acidogen (مثل جلوكونو-δ-لاكتون). والكازينات الأربع الرئيسية لها أس pI عند حوالى جـيد ٤,٦ وهى غير ذائبة تماماً عند هذا الرقم (جـيد) على درجات الحرارة العادية المكونة للخثرة (٢٠ – ٣٢°م). وإذا حُمِضَ اللبن تدريجياً على ٣٠°م فإن تكون الجل gelation يبتدىء قبل أن يصل أس pI عند جـيد ٥,١ تقريباً. وكما فى التخثر الإنزيمى فإن هذا يعود جزئياً إلى خفض جهد ζ potential ζ. وعادة مع البروتينات الغروية فإن جهد ζ ينزل بإستمرار مع رقم جـيد ليصبح صفراً مع أس pI. والكازينات شاذة anomalous فى هذا فلها أقل جهد ζ -ζ potential عند رقم جـيد ٥,٢ وهذا يتفق مع بدء تكون الجل تقريباً. وكلما إنخفض رقم جـيد فإن جهد ζ يرتفع ثانية قبل أن ينزل إلى الصفر على رقم جـيد ٤,٦.

والكيزين غير المثبت destabilized (المعادل) يحدث له مرة أخرى عملية تجمع إلى سلاسل وعناقيد من التجمعات الغروية/المُذَيْلات مصطاداً الدهن (إن وجد) ليكون خثرة ولكن هناك إختلافاً عن تكون خثرات الرينيت. فمن الثابت أن تحميض اللبن ينتج عنه ذوبان فوسفات الكالسيوم الغروية بحيث أنه عند رقم جـيد ٥,١ فإن معظم الكالسيوم يزال من التجمعات الغروية/المُذَيْلات. بجانب أن بعض الكيزين ينفصل dissociates من التجمعات الغروية (فى ترتيب $\beta > \kappa > \alpha_{s1}$) مع أقصى ذوبان عند رقم جـيد ٥,٤ تقريباً. ويعود

الإنحلال dissociation إلى الصفر عند أ$_{س}$ pI. وبالتالى فإن التجمعات الغروية/المُذَيْلات غالباً ماتكون مضطربة disrupted قبل حدوث التجمع بالرغم من أن معظم الأصل يبقى كما هو ولايتفتت disintegrate تماماً.

والتخثر الحمضى يتوقف على درجة الحرارة وتبقى الكازينات ذائبة عند أ$_{س}$ pI على <٦°م. ودرجة حرارة التحميض تؤثر على قوام الخثرة الناتجة وعموماً فإن خثرات الحمض ليست متماسكة ولاتصفى جيداً مثل خثرات الرينيت.

والتخثر يمكن أن يحدث أيضاً بالتحميض إلى رقم ج$_{يد}$ ٥,٢-٥,٤ (إما بإستخدام بادئات حمض اللاكتيك أو بإضافة أحماض غذائية مثل حمض اللاكتيك أو الخليك أو السيتريك) مع التسخين إلى >٧٠°م ويمكن تحضير الريكوتا والتشانا Chhana والبانير Paneer والكويسو بلانكو Queso Blanco بهذه الطريقة. ونظام بروتين اللبن مقاوم جداً لحرارة التخثر على رقم ج$_{يد}$ العادى له، فمثلاً اللبن قد يسخن إلى ١٤٠°م لمدة ٢٠ق قبل التخثر وهذا الثبات ينزل بسرعة عندما يخفض رقم ج$_{يد}$ بحيث أن اللبن عند ج$_{يد}$ ٦,١ يتخثر على ٩٠°م ودرجات حرارة أقل مطلوبة عند ج$_{يد}$ أقل. وآلية تكون الجل بالحرارة غير مفهومة تماماً ولو أنه ليس مسخ بروتينى بسيط. والمعتقد أن تعادل الشحنات الذى ينتج عن التحميض يسرع من العملية. وعندما تستخدم درجات حرارة >٨٠°م – وهو المتبع عادة مع هذه الجبن – فإن كميات جوهرية من بروتينات الشرش تمسخ وتدخل فى الجبن. (Macrae)

الكيمياء والأحياء المجهرية الدقيقة فى النضج chemistry & microbiology of maturation

نضج الجبن cheese maturation (ripening) معظم الجبن المختثر بالرينيت ينضج على الأقل لمدة ٤ أسابيع قبل الإستهلاك. ونضج الجبن يشتمل على عمليات عدة معقدة وديناميكية حيوية ينتج عنها تغيرات فى النكهة فريدة لكل نوع. فالجبن المطاطية الجَشِبَة tough مع مذاق لطيف bland تتحول إلى جبن ناضج متماسك مرن أو طرى الجسم مع نكهة مميزة. والتغيرات الحيوية التى تحدث أثناء النضج تشمل أيضاً لاكتوز/لاكتات وتحلل بروتيوليتى (البروتين) وتحلل الدهن. وهذا يحدث بتأثير متبقى الرينيت وإنزيمات الكائنات الدقيقة من البادىء وغير البادىء وإنزيمات اللبن الداخلية والخارجية. وهذه تضاف للبن أو الجبن لتؤدى وظيفة معينة. وتركيب الجبن (الرطوبة والملح ورقم ج$_{يد}$) وظروف النضج (درجة الحرارة والرطوبة) تؤثر على نشاط إنزيمات نمو الكائنات الدقيقة وبالتالى على معدل النضج.

الرينيت rennet: يستخدم هذا الإصطلاح أصلاً لوصف تحضير إنزيم تجلط اللبن المحضر من معدة العجل والذى يحتوى إنزيماً هاضماً نشطاً يسمى كيموسين chymosin (رينين rennin) والآن المصطلح رينيت يستخدم ليصف إنزيمات مجلطة للبن بما فيها: ١- الكيموسين،٢- ببسين البقر، ٣- ببسين الخنزير، ٤- ببسين الدجاج، ٥- *Mucor michei* protease (بروتياز *Mucor miehei* ، م.م MM) ، ٦- *Mucor pusillus* protease (بروتياز *Mucor pusillus*، م.ب MP)

، ٧- بروتياز Cryphonectria parasitica وسابقاً Endotheia parasitica، ٨- كيموسين ناتج من تخمر، ٩- خليط من ١، ٢ أو ٣.

وكل الإنزيمات السابقة فيما عدا ببسينات الخنزير والدجاج تستخدم فى صناعة الجبن تجارياً حيث يحول الرينيت اللبن إلى جبن.

ونسبة من (<١٠٪) من الرينيت المستخدم فى صناعة الجبن تبقى فى الجبن. وتتوقف الكمية المحتفظ بها على رقم ج يد اللبن عند العقد ونوع والكمية المستخدمة ومقدرتها على البقاء ودرجة حرارة الطبخ المستخدمة فى صناعة الجبن. والإحتفاظ بالكيموسين أو ببسين البقر أو الخنزير فى الجبن يرتبط بإرتفاع رقم ج يد فى اللبن عند إضافة الرينيت (المنعقد). ولكن الإحتفاظ بالبروتيوزات من M. miehei ، M. pusillus ، C. parasitica لايتوقف على رقم جيد العقد.

الكائنات الدقيقة من البادىء وغير البادىء

البادىء يشير إلى مزرعة من بكتيريا حمض اللاكتيك المستخدمة فى إنتاج الحمض بتخمر اللاكتوز أثناء صناعة الجبن والجدول (٢) يحتوى قائمة من كائنات دقيقة من البادىء وغير البادىء مهمة فى إنضاج أنواع الجبن الرئيسية.

والبادئات المحبة للحرارة المتوسطة Lactococcus lactis subsp. cremoris مهمة لإنضاج جبن الشيدر والجودة والإيدام.

والبادئات المحبة للحرارة العالية Streptococcus salivarius subsp. thermophilus (سابقاً S. thermophilus) أو Lactobacillus delbreuckii subsp. bulgaricus (سابقاً Lb. bulgaricus) مهمة فى إنضاج أنواع جبن الإيمنتال (السويسرى والجويير) والأنواع الإيطالية (رومانو وبارميزان Parmesan والسبروفولون Provolone). وبكتيريا حمض اللاكتيك الأخرى .Leuconostoc spp ، .Lc lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis (سابقاً S. diacetylactis و Lb. helveticus أو) تلعب دوراً فى إنتاج الجبن الهولندية وانواع الإيمنتال.

والكائنات الدقيقة غير بكتيريا حمض اللاكتيك المهمة فى إنضاج الجبن تشمل Propionibacterium shermanii لجبن من نوع الإيمنتال والفطر Penicillium roqueforti ، P. glaucum لأنواع الجبن الزرقاء العرق أو .P camemberti للكاممبرت والبراى و Brevibacterium linens لليمبرجر.

وبعض أنواع الجبن تحتوى بكتيريا حمض لاكتيك غير البادىء (ب.ح.ل.غ.ب NSLAB) مثل .Lactobacillus spp (Lb. casei ، .Lb ، planatarum ، Lb. brevis) ، Pedicoccus pentosaceus ، .Micrococcus spp. وبعض العمليات الكيموحيوية التى تحدث أثناء نضج الجبن تعزى إلى نشاط ب.ح.ل.غ.ب NSLAB.

التغيرات من الكائنات الدقيقة
microbiological changers

بكتيريا البادىء تتكاثر من ١٠٦-١٠٧ وحدات مكونة لمستعمرات (و.ك.ع cfu)/مل إلى ~١٠٩ و.ك.ع/جم فى الجبن الطازج . وهناك نقص فى عدد الكائنات الدقيقة فى البادىء كلما تقدم

الإنضاج ومعدل النقص يختلف من أنواع الجبن ويتوقف على إختفاء اللاكتوز (وهو المصدر الأساسي للطاقة) وعلى التثبيط بواسطة الأملاح و/أو التحلل الذاتي autolysis. ويثبط نشاط البادىء عندما تصل نسبة الملح في الرطوبة (م/ر S/M) في الجبن إلى >٥٪. وفي جبن الشيدر والجودة تنزل عدد الكائنات الدقيقة في البادىء إلى <١٠^{٣} و.ك.ع cfu/جم خلال الأسابيع القليلة الأولى بينما في الأنواع مثل بروفولون والباريزان تبقى كثافة الخلايا مرتفعة (>١٠^{٤} و.ك.ع cfu/جم) حتى بعد ١٢ شهراً من الإنضاج .

جدول (٢): الكائنات الدقيقة المهمة في إنضاج الجبن.

نوع الجبن وأمثلة	محتوى الرطوبة (٪ أقصى)	البـــادىء	كائنات دقيقة أخرى
جاف جدا			
بارميزان	٣٤	*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*	Pediococci
رومانو	٣٤	*S. salivarius* subsp. *thermophilus*	Micrococci كروية صغيرة
			Propionibacterium sp.
جافــة			
تشيدر	٣٩	*Lc. lactis* subsp. *cremoris*,	*Lb. casei*, *Lb. brevis*,
		Lc. lactis subsp. *lactis*	*Lb. planatarum*, Pediococci,
			Micrococci كروية صغيرة
إيمنتال	٤١	*S. salivarius* subsp. *thermophilus*	
جرويير	٣٩	*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*,	
		Lb helveticus, *Lb. lactis*,	
		Propionibacterium shermanii	
جودة	٤٥	*Lc. lactis* subsp. *cremoris*	
إيدام	٤٥	*Lc. lactis* subsp. *lactis*,	
		Lc. lactis subsp. *lactis* biovar.	
		diacetylactis, *Leuconostoc* sp.	
شبه طرية			
ليمبرجر	٥٢	*Lc. lactis* subsp. *cremoris*,	*Brevibacterium linens*,
		Lc. lactis subsp. *lactis*	خمائر
عرق أزرق (فطر)			
أزرق ·	٤٦	*Lc. lactis* subsp. *lactis*	*Penicillium roqueforti*,
ركفور	٤٥	*Lc. lactis* subsp. *cremoris*	Micrococci كروية صغيرة , خمائر
جور جونزولا	٤٢	*Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar	
أستيلتون	٤٢	*diacetylactis*, *Leuconostoc* sp.	
طريــــة			
براي	٥٦	*Lc. lactis* subsp. *cremoris*	*P. camemberti*,
كاممبرت	٤٨	*Lc. lactis* subsp. *lactis*	*P. candidum*, *Br. linens*,
			P. caseicolum,

وفى جبن الإيمينتال تبلغ كثافة الخلايا الكروية فى سلاسل streptococci اللاكتيكية أقصاها (10^9 و.ك.ع cfu/جم فى الحواف، 10^8 و.ك.ع cfu/جم فى المركز) بعد ٣ ساعات من الضغط. وأحماض اللاكتيك والفورميك المنتجة بواسطة بكتيريا كروية فى سلاسل streptococci تنشط نمو اللاكتو القضيبية lactobacilli والتى تصل كثافتها إلى 10^9 و.ك.ع cfu/جم بعد ١٠ – ٢٠ ساعة من الضغط. وعدد كائنات كل من الكروية فى سلاسل streptococci واللاكتو القضيبية تنقص بعد الضغط والتمليح. ونمو بكتيريا البروبيونى propionibacteria يُشجَع عندما تُنْقَل الجبن إلى غرفة دافئة على حوالى ٢٠ – ٢٥°م ، ٨٠ – ٨٥٪ رطوبة وتصل كثافتها إلى 10^9 و.ك.ع cfu/جم فى المركز بعد ثلاثة أسابيع.

وفى الجبن ذات العرق الأزرق تُثَبَط بكتيريا البادىء بالتركيز العالى للملح (١٠٪ م/ر S/M). وفى أثناء الأسابيع الأولى للنضج (١٠°م ، ٩٦٪ نسبة رطوبة) تثقب الجبن لإدخال هواء إلى الداخل وهذا يشجع نمو *P. roqueforti* إلى الحد الأقصى فى حوالى ٩٠ يوماً.

ونمو بكتيريا حمض اللاكتيك غير العادى (ب.ح.ل.غ.ب NSLAB) فى أنواع مثل الشيدر تبتدىء بعد ~٣ أسابيع من الإنضاج وكثافة الخلايا للبكتيريا اللاكتوقضيبية غير البادىء قد تصل إلى حوالى 10^7 و.ك.ع cfu/جم فى ١٠ أسابيع. وتصل كثافة الخلايا إلى نفس المستوى فى حالة الـ pedicocci بينما الكروية الصغيرة micrococci تصل إلى حوالى ~١٠٠ و.ك.ع cfu/جم أثناء نفس المدة.

التغيرات الكيموحيوية

أيض اللاكتوز واللاكتات والسترات

اللاكتوز وإلى درجة أقل السترات هى بالدرجة الأولى مصادر كربون (طاقة) للكائنات الدقيقة فى الجبن. وكلاهما يهدم إلى لاكتات (حمض لاكتيك) خلال مركب متوسط هو البيروفات والذى يخدم كسلف لمختلف مركبات النكهات والعبير فى الجبن.

وتركيز اللاكتوز فى الجبن الطازج (عمرها يوم واحد) يتراوح مابين <٠,١٪ فى أنواع الجبن الهولندى والإيمنتال إلى حوالى ١٪ فى الشيدر. وعند مستويات م/ر S/M <٥٪ يمثل البادىء وكذلك ب.ح.ل.غ.ب NSLAB مايتبقى من اللاكتوز إلى لاكتات والذى قد ينتج فى نظائر ل(+) L(+) أو د(–) D(-) ويتوقف على الكائن (الجدول ٣). وحمض اللاكتيك (~١,٥٪ فى الشيدر) ينقص رقم جيد الأصلى فى الجبن إلى <٥,٣ وهو مصدر للطاقة لبعض الكائنات الدقيقة وبذا يعمل كسلف للمركبات النكهة.

و ل(+) لاكتوز يؤيض بواسطة بكتيريا بروبيونى فى مدى جيد ٥,٠ – ٥,٣ إلى حمض بروبيونيك وحمض خليك وثانى أكسيد كربون (المعادلة ١) فى أنواع جبن الإيمنتال وبعض ك أ. الناتج يتجمع فى الجبن ليكون خروماً تعرف بإسم العيون.

٣ ك يد$_٣$ ك يد أ يد ك أ أ يد ← ٢ ك يد$_٣$ ك يد$_٢$ ك أ أ يد + ك يد$_٣$ ك أ أ يد + ك أ$_٢$ + يد$_٢$ أ (١)

حمض لاكتيك حمض بروبيونيك حمض خليك

جدول (٣): مشابهات حمض اللاكتيك المنتجة بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك .

مشابه اللاكتات	الكائن
ل(+)	*Lc. lactis* subsp. *cremoris* *Lc. lactis* subsp. *lactis* *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* *S. salivarius* subsp. *thermophilus*
د(-)	*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* *Lb. lactis* *Leuconostoc* sp.
د ل	*Lb. helveticus, Lb. planatarum,* *Lb. brevis, Lb. casei,* *P. pantosaceus*

وفى جبن الشيدر ب.ح.ل.غ.ب NSLAB يمكنها أيض اللاكتوز لإنتاج إيثانول وحمض فورميك وكلاهما غير مرغوب بكميات كبيرة. وقد تؤكسد ب.ح.ل.غ.ب NSLAB اللاكتات إلى خلات وثانى أكسيد كربون. والـ pediococci واللاكتو القضيبية تحول ل(+) لاكتات إلى د(-) لاكتات مما ينتج عنه خليط راسمى rasemic mixture من النظيرين بعد ٦ أشهر من النضج. ويكون د(-) لاكتات ملحا غير ذائب مع الكالسيوم والذى قد يتبلر فى الجبن ويظهر كبقع بيضاء غير مرغوبة عند السطوح المقطوعة. وتناول مستويات عالية من د(-) لاكتات بواسطة الإنسان يسبب متاعب أيضية. والـ *Lb. casei* و *Lb. planatarum* تؤكسد السترات إلى خلات وثانى أكسيد كربون مما ينتج عن زيادة مضطردة فى حمض الخليك أثناء نضج جبن الشيدر.

وفى الجبن من النوع الهولندى تؤكسد البيروفات المنتجة من أيض السترات إلى ثنائى الإسيتيل diacetyl وثانى أكسيد كربون (المعادلة ٢) بواسطة *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ، *Leuconostoc* spp.

٢ ك يد$_٣$ ك أ ك أ أ يد + أ$_٢$ ← ك يد$_٣$ ك أ ك أ ك يد$_٣$ + ٢ ك أ$_٢$ + يد$_٢$ أ (٢)

حمض بيروفيك. ثنائى الأسيتيل

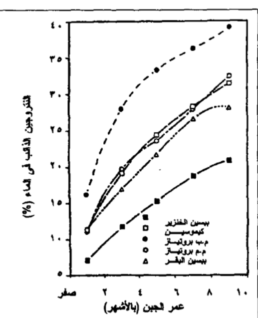
وأيض اللاكتات وتكوين مركبات نتروجينية حمضية (بالتحليل البروتينى) ينتج عنه زيادة رقم جيد فى معظم الأنواع أثناء النضج. وبعد ٦ أشهر من النضج فإن رقم جيد لنوع جبن الأيمنتال يزيد من ~٥,٣ إلى ~٥,٩ وفى الكاممبرت والجبن الأزرق يزيد من ~٤,٨ إلى ~٧,٠. ورقم جيد فى جبن الشيدر يزيد قليلا فقط (~٠,٢ وحدة جيد) لأن تركيز حمض اللاكتيك يبقى عاليا (١,٢ – ١,٩٪) حتى بعد ١٢ شهرا من النضج.

التحلل البروتيني proteolysis

من بين البروتينات الرئيسية يسود αس١/ α_{s1} ، αس٢/ α_{s2} ، β-كازين في الجبن. والتحلل البروتيني يشمل تكسر هذه البروتينات والببتيدات العديدة بواسطة الرينيت المتبقي وبروتيوزات اللبن الداخلية و/أو بروتيوزات/ببتيديزات البادئ أو كائنات دقيقة من غير البادئ. وتأثير النتروجين الباقي على التحلل البروتيني موضح في الصورة (٣). وأقل مستوى للتحلل البروتيني يحدث مع الجبن المصنع بببسين الخنزير بينما أكثر تحلل بروتيني يحدث في الجبن المصنع برينيت الكائنات الدقيقة. والكيموسين يحلمئ رابطة فينيل ألانين٢٣-فينيل ألانين٢٤ أو فينيل ألانين٢٤-فالين٢٥ في αس١/ α_{s1}-كازين casein لإنتاج ببتيد αس١-I [αس١/-ك.ن (ت ٢٤/٢٥ - ١٩٩)]. وإطلاق هذا الببتيد ربما كان أهم تفاعل مسئول عن التطرية الأصلية للجبن. وتكسر ببتيد αس١-I α_{s1}-I peptide يحدث خلال الإنضاج.

والتحلل البروتيني لـ β-كازين أقل شدة من تحلل αس١/-كازين في الجبن المصنوعة بالكيموسين أو ببسين البقر bovine أو ببسين الخنزير ولكن يحدث تكسر أكبر للـ β-كازين في جبن مصنوعة ببروتيوزات من *Mucor miehei* ، *M. pusillus* ، *C. parasitica*.

والبلازمين وهو إنزيم بروتياز لبن داخلي يحلمئ كل الكازينات ماعدا κ-كازين فهو يحلمئ β-كازين إلى γ-كازينات [β-ك.ن (ت ٢٩-٢٠٩، ١٠٦-٢٠٩، ١٠٨-٢٠٩)] والبروتيوز الببتون. ونشاط البلازمين عالٍ في جبن مثل الرومانو والإيمنتال والتي تصنع بإستخدام درجات حرارة طبخ عالية وتتأثر برقم جهد العالي.

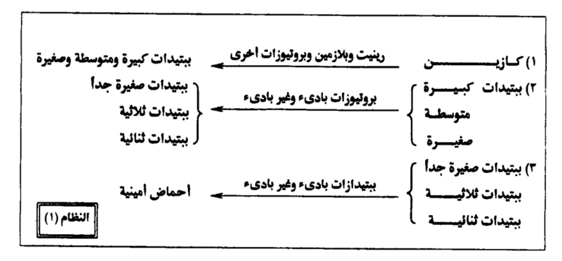


صورة (٣): النتروجين الذائب في الماء (٪ من النتروجين الكلي) أثناء إنضاج جبن الشيدر صنع بإنزيمات لها نفس نشاط التجلط من إنزيمات مختلفة.

وبكتيريا البادئ وغير البادئ تظهر تحليلاً بروتينياً محدوداً نحو الكازينات في الجبن ولو أن بعض سلالات اللاكتوكروية تحلمئ β-كازين في المحلول. ولكن بروتيوزات وببتيديزات البادئ تحلمئ عديد الببتيدات مما ينتج نقل نشاط الرينيت و/أو بروتيوزات اللبن الداخلية على الكازينات إلى ببتيدات أصغر وأحماض أمينية وهذا ضروري لتكون النكهة. وأكثر الأحماض الأمينية الحرة وجوداً في الجبن تشمل حمض الجلوتاميك والميثيونين والأسبارجين والهستيدين والألانين

والفالين والفينيل ألانين واللوسين والليسين وفى أنواع الإيمنتال يوجد أيضاً البرولين.

والإنزيمات البروتيوليتية من *Penicillium* ، *Brevibacterium* spp. تساهم فى التحليل البروتينى للجبن المنضجة بالفطر. ويتوقف على سلالة *P. roqueforti* المستخدمة فإن مركبات النتروجين الذائبة فى الماء فى الجبن الأزرق قد تكون عالية حتى ٥٠٪ من محتوى النتروجين الكلى بعد ثلاثة أشهر من النضج (النظام ١).



التحلل الدهنى lypolysis

يعمل الليباز على الجليسريدات الثلاثية وينتج احماضاً دهنية وجليسريدات أحادية وثنائية. وبكتيريا البادئات وكذلك بكتيريا غير البادئات تحتوى ليبازات تحلمىء الجليسريدات الأحادية والثنائية ولكن لها نشاط ليبوليتى ضعيف نحو دهن اللبن غير المحلما (الجليسريدات الثلاثية). وعلى ذلك فتركيز الأحماض الدهنية (ك٤ - ك١٨) فى الجبن المنضجة بالبكتيريا مثل الشيدر وأنواع الإيمنتال والجبن الهولندية منخفض (١,٠٪ فى الشيدر عمر ٣ أشهر وتزيد إلى <٢,٠٪ بعد ١٢ شهراً من النضج). وجبن الشيدر الذى يحتوى على >٢,٠٪ أحماض دهنية حرة عادة له نكهة متزنخة.

ومستوى التحلل الدهنى أثناء نضج اللبن ذات العرق الأزرق فى بعض الأصناف الإيطالية كالرومانو والبارميزان والبروفولون أكبر من ثلاثة أمثال ماهو فى الشيدر. فالتحلل الدهنى فى الجبن ذات العرق الأزرق يرجع إلى نشاط واحد (إنزيم حمضى) من إثنين (حمضى أو متعادل) ليبازات ينتجها *P. roqueforti*. والتحلل الدهنى فى الجبن الإيطالية يرجع إلى نشاطات إسترازات خارجية و/أو ليبازات مضافة أثناء تصنيع الجبن ويتم هدم الدهن تبعاً للآتى:

١- تحرير الأحماض الدهنية الحرة والجليسريدات الأحادية والثنائية من دهن اللبن بالليباز.
٢- أكسدة الأحماض الدهنية الحرة من β- احماض كيتونية (أكسدة β).

٣- إزالة مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الكيتونية لإنتاج ميثيل كيتونات.

٤- إختزال الميثيل كيتونات إلى كحولات ثانوية.

ويساهم فى نكهة وعبير الجبن الأحماض الدهنية القصيرة (ك٤ - ك١٠) والميثيل كيتونات (أغلبها ٢-هيبتانون ويتبعها ٢-نونانون 2-nonanone و ٢-بنتانون 2-pentanone وكحولات ثانوية.

تغيرات كيماوية أخرى

كميات صغيرة من مركبات عضوية مختلفة (مثل الألدهيدات والإسترات واللاكتونات والأمينات) توجد فى الجبن نتيجة أيض الأحماض الأمينية الحرة والدهنية. فمثلاً إزالة الأمين من الجليسين والألانين ينتج ميثانول وإيثانول بالتتابع. وإزالة مجموعة الكربوكسيل من التيروسين والهستيدين ينتج تيرامين وهستامين بالتتابع أيضاً. وإختزال السيستين/سيستئين ينتج كبريتيد الأيدروجين الذى يتفاعل مع الميثيونين ليكون ميثانيثيول والميثانيثيول methanethiol وكبريتيد الأيدروجين تساهم فى نكهة جبن الشيدر. (Macrae)

تصنيع الجبن الجافة جداً

manufacture of extra-hard cheeses

التقسيم والتعريف وأمثلة

الجبن الجافة جداً هى مجموعة من الجبن تتميز بزمن نضج طويل وإنتاجها فى قطع كبيرة تصل فى الوزن من ١٨ كجم إلى ١٠٠ كجم وهى تنتج أساساً فى أوروبا البحر المتوسط بلبن الغنم sheep ولبن البقر وتتميز أيضاً بنسبة رطوبة منخفضة. وعندما تنضج فإن المذاق قد يكون قاسياً harsh وقوى أو لطيف وفواح. وتركيبها مضموم compact وفتوت وتستخدم عادة للبشر ومنها الجرانا grana والبيكورينو رومانو pecorino Romano والبروفولون بيكانتى provolone piccante وكاسيوكافالو caciocavallo والسابساجنو sapsagno والسبالين spalen.

والجوانا تزن ٣٤ - ٣٨ كجم وتنتج فقط فى شمال إيطاليا بإستخدام لبن البقر المفروز جزئياً. وجبن البيكورينو رومانو قديمة جداً وتنتج فى سردينيا وحول روما بإستخدام لبن الغنم sheep المختثر بواسطة رينيت من الحمل فقط وتزن من ١٦ - ٢٢ كجم ومذاقها قوى جداً. وجبن البروفولون بيكانتى والكاسيوكافالو جبن مقلب الخثرة وينتج فى منطقة البحر المتوسط وشكلها إسطوانى ويمكن أن تزن إلى ١٠٠ كجم وتنتج من لبن خام ورينيت من الجديان kids ومذاقها حاد وقوى ولطيف جداً. وفيمايلى وصف طرق تصنيع جبن جوانا كمثال.

طرق التصنيع التقليدية: لاتختلف عن الطرق الحديثة كثيراً وكانت تصنع فى بناية معزولة وحيدة ثمانية القاعدة وليس بها أى نوافذ وإرتفاعها يبلغ ٣ متر والسقف يحمله خشب وفى الداخل عمليات صناعة الجبن إستخدمت النار المباشرة وتسخين اللبن والبناية سمحت بالتهوية الطبيعية. فاللبن المتحصل عليه من الليلة السابقة يصب فى تنكات لها إرتفاع منخفض ولكن سطح كبير لكى يسهل فصل الكريمة. والتنكات إما خشب أو نحاس مغطى بالقصدير وحجمها يسمح

بالإحتفاظ بـ ٢٥٠ لتر (نصف اللبن المطلوب لصنع جرانا) ويحدث التكريم طيلة الليل وفي الصباح يحدث القشد skimming ثم يخلط اللبن مع لبن طازج ثم يبتدىء تصنيع الجبن في تنكات نحاس. ولم يُضَفْ أي بادىء بل أستغلت الفلورا الملوثة الدقيقة لإنتاج الحموضة ويترك التنك لمدة طويلة مما يسمح للبكتيريا بالنمو.

وإستخدم الرينيت من العجول الرضيعة لتخثير اللبن وبعد تكسير الخثارة فإنه يحصل على حبيبات خثرة صغيرة جداً ولها محتوى رطوبة منخفض. والحبيبات كانت أصغر من الأرز وطرد الشرش كان بالتسخين إلى درجات حرارة طبخ مرتفعة (٥٣ - ٥٤°م). والتمليح بإستخدام الماج إبتدأ من ٢ - ٣ أيام بعد الإنتاج وإستمر لمدة ٢٥ - ٢٨ يوماً في حجر تمليح منفصلة. والنضج كان يتم في مخازن على درجة حرارة الغرفة أي تحت تأثير الفصول فإختلفت درجات الحرارة مابين ٥، ٢٨°م. ويمكن أن يستمر النضج لمدة ٢٤ شهراً وأثناء هذه المدة الطويلة خاصة في الشهور الأولى إحتاج الأمر لإتخاذ إحتياطات لمنع نمو الفطر على سطح الجبن وللحصول على قشرة ناعمة وموحدة. ونحو نهاية فترة النضج يُغطَّى الجبن بمخلوط من الكربون الأسود وزيت بذرة العنب والعنبر للحصول على اللون الأسود والمظهر المميز البراق اللامع.

الأنظمة الحديثة للإنتاج
modern systems of production

هناك إختلافات عن الطريقة التقليدية فالطريقة الحديثة تستخدم لبناً خاماً مع تكريم طبيعي ودرجة حرارة طبخ عالية وتستخدم مزرعة culture وصناعة جبن مزدوجة double cheese making (طريقة لعمل الجبن بسرعة) وإنتاج توائم twins production وضبط النضج مع تغيرات أخرى.

فاستخدمت مزرعة بادىء الشرش في نهاية القرن الماضي ولها تكوين معقد للكائنات الدقيقة والبكتيريا السائدة *Lactobacillus helveticus* مع *L. delbrueckii* subsp. *lactis*، مع *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* *L. fermentum* أما الكروية في سلاسل streptococci المحبة للحرارة فعادة غالبة. والمزرعة مقاومة للاقم phage-resistant ولها قدرة حموضة عالية وقدرة على الحرارة العالية وحيوية جيدة جداً وسهلة التحضير جداً. وهي تتأثر بباقي خصائص الكائنات الدقيقة للبن والبيئة حيث يجري التصنيع، ونظراً لخواصها فقد إتضح أنها مزرعة لايمكن تكرارها ولايمكن أن يحل محلها سلالات مختلفة مجتمعة في المعمل. ونشاط مزرعة الشرش الطبيعية مهم جداً أولاً لإنتاج حموضة في الجبن (وبذا تثبط البكتيريا المنتجة للغاز) وللمشاركة في حلمأة البروتينات ولتكوين المذاق والأريحة/الشذا fragrance.

وعملية صناعة جبن مزدوجة double cheese making تشمل نقل اللبن من حلبتين وعمل كريمية لكل اللبن المستخدم. وهذا يعتبر هاماً لأنه بالكريمية على درجة حرارة ١٢-١٥°م فلا يكشط/يفرز اللبن فقط ولكن كثيراً من البكتيريا تحمل مع الكريمة وهذا له تأثير يشبه ذلك المتحصل عليه خلال البسترة فهذا الخفض البارد في أعداد البكتيريا يترك اللبن الخام غير متغير

وهذه نقطة من الأهمية الأولى فى إنضاج جبن جرانا grana.

وزمن صناعة الجبن السريع المستخدم اليوم فى إنتاج جبن جرانا يشير إلى الزمن بين إضافة الرينيت إلى اللبن ونهاية طبخ الخثرة. وهو كان فى نهاية القرن السابق طويلاً نسبياً أحياناً ٥٠ - ٦٠ق وهو الآن مابين ١٨ إلى ٢٢ دقيقة. وأسباب هذا التغيير تشمل ظروف مختلفة لإضافة اللبن وإدخال مزارع بكتيريا حمض اللاكتيك المحبة للحرارة thermophilic وهذا يسمح بتنظيم أحسن للعمل ومقياس جودة جبن أكثر إنتظاماً.

وإنتاج "التوائم twins" إبتدأ بإحلال التنكات سعة ٥٠٠ لتر بتنكات سعة ١٠٠٠ لتر وشكل التنك النحاس لم يتغير وبالتالى يمكن الحصول على جُبْنَتين كاملتين فى كل مرة. وتكسير الخثارة بعد المرحلة الأولى موصى به ثم تقليب الخثرة حتى الطبخ الكامل يُعْمَل خلال طرق ميكانيكية بسيطة. ومرحلة النضج الطويل تجرى فى مخازن مضبوطة درجة الحرارة والرطوبة والتهوية فدرجة الحرارة ١٦ - ١٨°م والرطوبة ٨٥٪ والهواء يتغير بإستمرار بدون خلق أى تيارات هواء والنضج يأخذ من ١٤ -٢٤ شهراً (جرانا بادانو تأخذ وقتاً أقصر بالمقارنة بالمارميجيانو ريجيانو) مع تقليب الجبن - الجانب الأعلى إلى الأسفل كل أسبوع خلال الأشهر الأولى ثم أقل بعد ذلك - ويتم ذلك ميكانيكياً وكذلك تفريش الجبن brushing. والنظام الحديث يتطلب تبريد اللبن إلى ٨°م لمدة ١٢ ساعة ثم الخلط مع لبن ساخن من حلبات سابقة وبذا يسمح بحلبة واحدة فى اليوم ويمكن تجنب التخمر غير المنتظم بإزالة البكتيريا جزئياً بالطرد المركزى. والخطوات فى صناعة جبن جرانا هى:

١- يصب اللبن للكريمية فى تنكات ١٠٠٠ لتر لها أبعاد ٤,٥٠ × ١,٩٠ × ٠,٢٥ متر بحيث يصل اللبن إلى النحاس والتنكات المخروطية الشكل المقطوعة truncated لها محتوى دهن يتراوح مابين ٢,٠ - ٢,٣.
٢- وبعد نقل اللبن المفروز جزئياً إلى تنكات النحاس سعة ١٠٠٠ لتر يضاف حوالى ٣٪ من مزرعة الشرش الطبيعية بحيث أن الحموضة كحمض لاكتيك فى المخلوط (لبن + مزرعة الشرش) تصل إلى ٠,١٩ - ٠,٢٠٪ ثم يسخن على ٣٣°م مع إضافة رينيت (١: ١٠٠٠٠٠) ٢ جم/١٠٠ لتر.
٣- يحدث التخثر فى ٩-١٠ق وتتكسر الخثارة فى ٣ دقائق للحصول على حبيبات الخثرة لها أبعاد حبة الأرز.
٤- ثم يسخن لمدة ٧-٨ ق حتى الوصول إلى ٥٤°م وهى درجة حرارة الطبخ.
٥- يحدث إنضمام الخثرة فى قاع التنك، وتحفظ الخثرة فى الشرش الساخن لمدة حوالى ٤٥ق.
٦- تُسْتَخْلَص الخثرة/العجينة الطازجة وتقسم إلى قسمين (كل قسم جبن) يوضعان فى قوالب خشب غير مثبتة ثم تبتدىء عملية الضغط بوضع ٢٠ كجم على كل جبن.
٧- وخلال الساعات العشر الأولى تقلب الجبن ٣-٤ مرات مع تغيير القماش وبعد ١٥ - ٢٠ ساعة يزال القماش والقالب الخشب يوضع مكانه قالب معدن.

٨- وفى اليوم الثالث تملح الجبن بالمأج (الكثافة ٢٢°بومية ودرجة الحرارة ١٦ - ١٧ °م) ويستمر التمليح ٢٤ - ٢٨ يوماً.

٩- وفى نهاية التمليح يكون الجبن قد أصبح جافاً وينقل إلى مخزن النضج حيث يحفظ على درجة حرارة ١٦ - ١٨ °م ورطوبة ٨٥٪.

النضج والتخزين maturation & storage

يصبح لجبن الجرانا بعد النضج التكوين التالى (المتوسط ٪): بروتين ٣٣,٢٠ ، رطوبة ٣٢,٠٠٠ ، دهن ٢٧,٥٠ ، كلوريد صوديوم ١,٦٠ ، رماد ٤,٨٠، حمض لاكتيك ١,٣٠.

ونظراً لمحتوى البروتين العالى بالنسبة لمحتوى الدهن المنخفض فإن جبن الجرانا يمكن تعريفه بجبن "نصف-دهن" ولكن له محتوى بروتينى عالٍ.

ويحدث فى الساعات الأولى من حياة جبن جرانا عملية تخمر شديدة تحول اللاكتوز إلى حمض لاكتيك وقيمة رقم $ج_{يد}$ بعد ٦ ساعات تصبح حوالى ٥,٥٠ وبعد ١٦ ساعة ٥,٠ (الجدول ٤).

جدول (٤): توزيع مشابهات حمض اللاكتيك مع الزمن (جم/لتر).

صفر ساعة	٢ ساعة	٤ ساعات
د(-) ٠,٩٠	د(-) ٢,٨٥	د(-) ٣,٩٩
ل(+) ١,٨٠	ل(+) ٤,٤٧	ل(+) ٦,٣٥
د ل ٢,٧٠	د ل (٧,٣٢)	د ل ١٠,٣٤

وبعد ٥ ساعات من التخزين ينزل اللاكتوز إلى حوالى ١,٦٪ والجالاكتوز المتجمع أعلا قليلاً من ١٪ أما الجلوكوز فيصل إلى ٠,٣٠٪

ويحدث للكازين تفاعل حلمأى شديد أثناء النضج الطويل والـ β-كيزين يحلمأ بسرعة فى الجزء الأول من حلقة النضج وتكسيرها الإنزيمى ينتهى خلال الأشهر الإثنى عشر الأولى من النضج. ولكن $\alpha_{س1}$-كازين يكسر ببطء أكثر كثيراً وبالنسبة للمنتجات النهائية للحلمأة فإنها تكون حوالى ٣٠٪ من الـ β-كيزين ، ومن الـ $\alpha_{س1}$-كيزين حوالى ١٨٪.

وإطلاق الأحماض الأمينية يزداد حتى الشهر الخامس عشر من النضج ثم يصبح ثابتاً. وعندما تصبح الجبن معدة للإستخدام فإن الأحماض الأمينية تكون على المتوسط ٢٢٪ من البروتين الخام الكلى ، ٧٪ من الجبن أى أن جبن الجرانا جبن له محتوى مرتفع من الأحماض الأمينية الحرة. وفى الجبن ذى الجودة الأولى فإن السيرين يزيد أثناء النضج ليصل حوالى ١,٥٪ من الأحماض الأمينية الحرة. ويصل الجلوتامين ١٪ فى الأشهر الأثنى عشر الأولى ويختفى بعد إنتهاء النضج. أما الأرجينين الذى ينتج خلال النضج فإنه يتكسر إلى أورنيثين ornithine ووجود حمض γ-أمينو بيوتريك يدل على حدوث تخمر شاذ/غير عادى anomalous.

وحلمأة الدهن فى جبن الجرانا لايلعب دوراً هاماً رغم فترة النضج الطويل. وهناك تغير بسيط فى فيتامين أ وفقد أكبر فى فيتامين هـ وإنخفاض كبير

فى β-كاروتين من ٦٤٠ إلى ١٠٠ ميكروجرام/١٠٠ جم من الجبن.

ويوجد الكالسيوم بنسبة ١١٥٠مجم/١٠٠جم والفوسفور ٦٨٠مجم/١٠٠جم والمغنيسيوم ٤٣٠مجم/١٠٠جم. ونسبة الكالسيوم/فوسفور عالية (١,٧٠) أعلا من كثير من الجبن الأخرى. ومتوسط الصوديوم ٦٥٠مجم/١٠٠جم. ومن العناصر الدقيقة محتوى الخارصين مرتفع.

وبكتيريا حمض اللاكتيك توجد بكثرة خلال الفترة الأولى والفلورا هى تلك الخاصة بالبادىء وتتكون أساساً من *L. helveticus* وتصل عادة إلى ٠,٨ - ١ × ١٠^٩ خلايا بعد ١٢-١٤ ساعة فى كل جم من الجبن والـ *L. fermentum* تصل إلى حد أقصى فى حوالى ٢٤ - ٢٨ ساعة (١٢٠ - ١٤٠ × ١٠^٦ خلية/جم). وفى الفترة الأولى تكون *L* ، *L delbrueckii* subsp *bulgaricus* *delbrueckii* subsp. *lactis* نشطة. وتطور هذه الفلورا لحمض اللاكتيك المتجانسة والمتغايرة التخمر والمحبة للحرارة يلعب دوراً هاماً فى النجاح التجارى للمنتج النهائى، حيث:

١- تضمن تحميضاً سريعاً للجبن الطازج.

٢- تنظم تصفية الشرش.

٣- تُجَمِع الإنزيمات البروتيولوتية.

٤- تسبب تكون ثغوراً صغيرة.

٥- تنتج مركبات طيارة.

٦- تساهم فى تكوين تركيب الجبن.

وفى الفترة الثانية تتكون فلورا حمض لاكتيك من غير البادىء وتتكون من بكتيريا حمض لاكتيك كروية مثل *Pediococcus acidilactici* وبكتيريا فى شكل القضيب مشـل *L casei*, subsp *pseudoplantarum*، subsp *casei* ، subsp. *rhamnosus* وفى فترة التقدم القصوى أى بعد الإنتاج بحوالى ٢٥ - ٤٠ يوماً فإن فلورا حمض اللاكتيك هذه تصل ٦٠ -٨٠ × ١٠^٦ خلية/جم ولكن فى أثناء فترة النضج الباقية فإن العدد ينقص تدريجياً. والـ pediococci هى أكثر الأشكال مقاومة وتكون لازالت موجودة فى الجبن عند الإستهلاك.

والنشاط الأيضى لبكتيريا حمض اللاكتيك المحبة للحرارة المتوسطة يساهم فى تقدم عملية النضج ومساهمتها فى حلمأة الكازين مهمة حداً.

وأخيراً فهناك بكتيريا بروبيونية propionic وهذه مهمة فى تكوين الخواص العضوية الحسية للجبن طالما أن تطورها يحد إلى عدة ملايين خلية/جم.

المواصفات والمقاييس
specification & standards

الجبن الجرانا هى جبن جافة نصف دهن مطبوخة ومنضجة ببطء ولونها لون القش الأصفر الخفيف ولها تركيب مضموم compact حبيبى granulose وفتوت fracture فى شكل رقائق شعاعية منكسرة radial وأريج وعبير لطيف. ولإنتاجها يستخدم لبن خام ونصف مفروز خلال التكريم الطبيعى natural creaming. ويضاف للبن مزرعة بادىء طبيعية من بكتيريا حمض اللاكتيك المحبة للحرارة العالية المرباة فى الشرش ومخثرة بواسطة الرينيت من عجول رضيعة. والنضج يستمر لمدة ١٨ - ٢٤ شهراً لبارميجيانو ريجيانو، ١٣ - ١٥ شهراً لجرانا بادانو.

والمنتج الناضج المعد للأكل له: ١- شكل أسطوانى مع جوانب محدبة، ٢- الأبعاد تختلف مابين ٣٥ - ٤٥ سم فى القطر، بين ١٨ - ٢٤سم فى الإرتفاع، ٣- الجبن يزن ٣٢-٣٤كجم، ٤- سطح صلب ناعم ولامع وله لون طبيعى موحد.

وجبن الجرانا يستخدم أساساً للبَشر "كتابل condiment".

(Macrae)

إنتاج الجبن الجاف المضغوط
manufacture of hard-pressed cheeses

المجموعة التى تعرف بأنها جبن جافة-مضغوطة بها محتوى رطوبة من ٣٦ - ٥٠٪ وبذا لايدخل فى ذلك الجبن الجاف جداً ولكنها تشمل بعض شبه الجافة semi-hard مثل سيرفيلى caerphilly ولانكاشاير Lancashire والجدول (٥) يعطى بعض خواص هذه الجبن.

جدول (٥): الجبن الجافة وشبه الجافة (نسبة الرطوبة ٣٦ - ٥٠٪)

الجبن	درجة حرارة السمط	أقصى رطوبة (٪)	٪ دهن فى المادة الجافة	شبه جافة	الخواص
شيدر	متوسط	٣٩	٤٨		جسم متماسك وقوام متماسك close texture وقد تلون coloured
دربى	متوسط	٤٢	٤٨		ليس متماسكاً كالشيدر، قوام متماسك ولا تلون
ليسيستر الأحمر Leicester	منخفض	٤٢	٤٨		جسم متماسك وقوام رقائقى وملونة جداً
كانتال	متوسط	٤٤	٤٥		جسم متماسك وقوام مفتوح أكثر وغير ملونة
دبل جلوستر Double Glouster	متوسط	٤٤	٤٨		جسم متماسك وقوام ليس متماسكاً مثل الشيدر ولون خفيف
دنلوب	متوسط	٤٤	٤٨		ناعم، قوام مقفول غير ملون
شيشير Cheshir	منخفض	٤٤	٤٨		جسم متماسك وقوام يتفتت وقد تلون
إيدام	منخفض	٤٤	٤٠	+	جسم يطوى pliant وقوام مطاطى ولا لون
جودة	منخفض	٤٥	٤٨	+	جسم متماسك وقوام مرن ولا لون
ونزلى ديل Wensley dale	منخفض	٤٦	٤٨	+	جسم متماسك وقوام رقائقى ولا لون
سيرفيلى Caerphilly	منخفض	٤٦	٤٨	+	جسم متماسك/ناعم وقوام مقفول ولا لون
لانكاشير	منخفض	٤٨	٤٨	+	جسم ناعم وقوام فتوت جداً ولا لون

الطرق التقليدية لتصنيع جبن الشيدر والأنواع المرتبطة

تغيرات خفيفة تستخدم فى إنتاج الأصناف مثل الكانتال والجلوستر المضاعف (دبل جلوستر) ولكن مع جبن مثل تشيشاير والتى تختلف عن الشيدر فى الجسم والقوام وزمن النضج فإن هذا يتم بتغيرات فى التصنيع أى بزيادة معدل تلقيح البادىء مع زمن عمل سريع ودرجة حرارة سمط أكثر إنخفاضاً ورطوبة عالية.

معاملة اللبن treatment of milk: تصنع الجبن إما من لبن خام أو مبستر واللبن المبستر يمكن أن يعطى منتجات موحدة. واللبن الخام يعدل إلى نسبة كازين : دهن (٠,٦٨ - ٠,٧٢) أو نسبة دهن: مواد صلبة غير دهنية (م.ص.غ.د SNF) (٠,٣٣ - ٠,٤٦) ثم يبستر اللبن على ٧٢°م لمدة ١٥ ثانية ويبرد إلى ٣٠ - ٣٢°م.

إضافة مزرعة البادىء: يضاف البادىء كبادىء حجم عادة ١-٢٪ (حجم/حجم) أو كبادىء تنك مباشــرة (ب.ت.م DVT) direct vat starter. والبادئات للشيدر والأصناف المتصلة بها هى مزارع متجانسة التخمر من *Lactococcus cremoris* & *Lc. lactis* subsp. *lactis* وهناك فترة نضج من ٣٠ - ٦٠ق وتتوقف على البادىء المستخدم وبادئات ب.ت.م DVS تحتاج إلى مدة أطول للنضج.

إضافة الأناتو والمضافات الأخرى: اللون كالأناتو والكيماويات ككلوريد الكالسيوم تضاف خلال فترة الإنضاج واللون يعوض الإختلافات فى لون اللبن نظراً للتغذية وظروف الجو. والتخثر الناجح فى اللبن يتوقف على توازن الكالسيوم الذى ربما أنزعج تحت ظروف معينة بمعاملة اللبن فإضافة ٠,٠٢٪ ككلوريد كالسيوم يعالج ذلك.

إضافة الرينيت: زمن التجلط يميل إلى أن يكون أطول مع رينيت البيسين عن رينيت العجول وبعد الضغط يحمل ٦٪ من الإنزيم إلى الخثرة حيث يكون لايزال نشطاً. والرينيت يخفف عادة ٥-٦ مرات قبل إضافته للبن فى التنك ويقلب لمدة ٣-٥ ق . ويحدث التخثر فى ٢٠ - ٥٠ ق بغرض الإحتفاظ بدرجة حرارة اللبن وأن تتكون درجة من الحموضة.

تقطيع الخثرة: الغرض من تقطيع الخثرة هو طرد الرطوبة فتقطع إلى مكعبات صغيرة تختلف فى الحجم من ٥ إلى ١٥مم تبعاً لنوع الجبن. وهذا يعطى مساحة سطح لخروج الشرش ويمكن أن يحكم على ذلك بوضع اليد أو نصل السكين تحت سطح الخثرة ثم ترفع برفق حتى تنكسر الخثارة إلى إنشقاق نظيف مع الشرش فى القاعدة ويتم ذلك إما يدوياً بسكاكين لها أنصال كبيرة فى المصانع الصغيرة إما فى المصانع الكبيرة فَتُشغَّل السكاكين ميكانيكياً. ويحس الإحتفاظ بالسكاكين حادة وإلا تقطعت الخثرة بحيث يفقد كثير من الدهن.

تقليب وسمط الخثرة stirring & scalding the curd: بعد التقطيع تقلب الخثرة ببطء بدون حرارة وبعد فترة تزداد سرعة التقليب ثم يسخن التنك ذى الجدار المزدوج بالبخار أو الماء الساخن. ويسخن الشرش والخثرة لمدة ٣٠ - ٦٠ق وهذا السمط يسبب أن الخثرة تنكمش وتطرد شرشاً أكثر بينما السخونة تسرع من أيض كائنات البادىء الموجودة فى الخثرة. وينتج حمض لاكتيك وينخفض رقم جـ يد وتساعد الحموضة فى طرد شرش أكثر.

والسمط بدرجات حرارة منخفضة يترك رطوبة أكثر ولاكتوزاً فى الخثرة وينتج جبناً أطرى وأكثر حموضة فينضج بسرعة مثل الونزليى دال Wenzley dale والسيرفيلى Cerphilly واللانكاشاير. أما السمط بدرجات حرارة مرتفعة فيعطى خثرة أكثر تماسكاً وجفافاً وجبناً ينضج أكثر بطئاً مثل الشيدر. وأهمية مزارع البادىء هى أنه كلما تكون الحمض أسرع كلما كان طرد الرطوبة أكبر. وكمية اللاكتوز المتاح فى الخثرة لإنتاج حمض لاكتيك يمكن ضبطه بدرجة حرارة السمط مع خفض رقم جـ يد. ولكن فى بعض أصناف الخثرة المغسولة فإن إضافة ماء ساخن إلى مخلوط شرش/خثرة يستخلص اللاكتوز بالضغط التناضحى إلى الشرش المخفف. وهذا يؤدى إلى قوام يطوى أو مطاطى. ويمكن أن يحدث التصلب السطحى case hardening بالتسخين السريع وبذا يطبخ خارج جسيمات الخثرة وتعمل الرطوبة فى الداخل. وأقصى درجة حرارة للسمط تحددها الرطوبة المطلوبة فى الجبن وتحمُل بكتيريا البادىء للحرارة. ومزارع البادىء المحبة للحرارة المتوسطة تثبط على درجات حرارة زيادة عن ٤٠°م.

السماح للخثرة بالرسوب إلى القاع pitching the curd

يتوقف على صانع الجبن إذا كان سيسمح برسوب الخثرة إلى القاع pitching وتكوين كتلة فى قاع التنك فإذا كان تكون الحموضة سريعاً فإنه من العادة تقليب الخثرة حتى يسمح بسحب الشرش فإذا كان تكون الحموضة عادياً فإنه يحدث سماح للخثرة بالرسوب pitching وعندما يقف التقليب ترسب الخثرة إلى القاع ليسهل إزالة الشرش.

إزالة الشرش: هذه مرحلة هامة ففى هذه المرحلة تكون الحموضة فى الخثرة أكبر منها فى الشرش حيث أن بكتيريا البادىء والكيزين موجودين فى الأولى ويساهم فى ذلك حموضة التنقيط فى الكيزين. وحيث الجبن لايكون لها قوام فى التنك أو بالتبريد وبالتالى فيكون هناك نشاط بادىء قليل يحتاج إليه فى عمل القوام texturing (مثل الإيدام والجودة) فإن الخثرة تزال من الشرش وتنقل إلى القوالب أو الأطواق hoops وتضغط. ويستمر رقم جـ يد فى النزول حتى تملح الجبن بالماج. وفى خثرات الجبن والتى لها قوام (مثل الشيدر) يزال الشرش من التنك حيث يمكن تكوين قوام للخثرة أو أن الخثرات والشرش تضخ إلى مناضد تصفية حيث يحدث تكون القوام بينما يتم إمتلاء التنكات مرة أخرى.

وأثناء تكوين القوام فإن بكتيريا البادىء تستمر فى التكاثر حيث ينزل رقم جـ يد وأمثل رقم جـ يد لجبن

الشيدر هو ٥,٢٠ والجبن فى مدى رقم جيد ٤,٩ – ٥,٠ لها قوام متفتت. وعمل جبن الشيدر يأخذ حوالى ساعة تتزايد فيها حموضة التنقيط ٠,٠٥٪ كل ١٠ ق وتتغير الخثرة من كونها هشة سهلة التفتت إلى قوام ناعم يشبه قوام "صدر الفرخة chicken breast" وهذا يحدث بتزايد الحموضة والذى ينزع الكالسيوم من باراكيزينات ثنائى الكالسيوم الخامل ليكون باراكيزينات أحادى الكالسيوم وباراكيزينات حرة والتى تعطى الخواص اللدائنية للجبن الناتج. ومع الجبن مثل تشيشاير تُكَسر الخثرة ويحتفظ بها منفصلة بينما تتكون الحموضة وبذا يعطى طبيعة أكثر تفتتاً للجبن.

الطحن والتمليح milling & salting: الطحن يُهَوِى ويبرد الخثرة ويسمح بتصفية الشرش ويضمن توزيع ملح موحد على مساحة السطح الزائدة. ومعظم مستويات الملح الجاف مابين ١,٧ ، ٢,٠٪ ويجب أن يسمح بوقت كافٍ بعد التمليح للسماح بإمتزازه على سطح الخثرة.

ضغط الخثرة: غرض الضغط هو تشكيل حسيمات الخثرة المفككة إلى كتلة مضمومة مع طرد الشرش. وفى الطرق التقليدية تملأ الخثرة فى القوالب وتضغط لمدة ١-٣ يوماً. ويتم الضغط تدريجياً لمنع حبس الشرش داخل الجبن. ودرجة حرارة الخثرة قبل الضغط يجب أن تكون ٢٦°م وإلا يفقد الدهن فى الشرش. وفى العمليات الميكانيكية فإن الخثرة المطحونة تضغط تحت فراغ وتقطع كتل ١٨ – ٢٠ كجم من الجبن المضغوط ثم تعبأ تحت فراغ وتُرَمَّزُ وتوضع فى صناديق وتبرد ثم تجمع فيما يبلغ الوزن تقريباً ١ طن.

التقدم الحديث فى المصنع والمعاملة
recent development in plant & processing

تتكلف هذه العمليات كثيراً ولكن إبتداء من معاملة اللبن الطرق الآتية تستهدف إنقاص ضرر الحرارة:

١- الطرد المركزى للبكتيريا bactofugation: تزال البكتيريا من اللبن فى طارد مركزى عالى السرعة وهو يزيل البكتيريا المكونة للجراثيم وحوالى ٨٠ – ٩٠٪ من البكتيريا الموجودة فى اللبن الأصلى قد تزال مع جزء صغير من اللبن والذى يتم تعقيمه بعد ذلك ويضم إلى لبن الجبن.

٢- الترشيح الدقيق microfiltration ويعرف "بمسك البكتيريا Bacto-catch": يشمل ضخ اللبن خلال مرشح سيراميكى ذى ثغور فى حجم يكفى للسماح بالمرور لتجمعات الكيزين الغروية/المذيلات وجزيئات اللاكتوز ولكن ليس كبيراً بدرجة للسماح للبكتيريا أو جراثيمها بالمرور. والمحتفظ به retentate ويحتوى تركيزاً للبكتيريا والجراثيم وكريات الدهن يُعَرَض بعد ذلك إلى معاملة حرارية فائقة العلو UHT قبل أن يعاد إلى المتخلل/النافذ permeate. والجبن الهولندية معرضة لتخمر حمض البيوتريك وأستخدمت النترات كمادة حافظة منذ سنوات وبدلاً منها يمكن يمكن عمل ترشيح دقيق.

٣- عمل مقاييس دقيقة لنسبة الدهن : بروتين.

٤- طريقة سيروكورد لجبن الشيدر Sirocurd process: وفيها يعمل مقياس للبن الكامل أولاً ويبستر ثم يركز خمس مرات مما يزيل ٨٠٪ من حجم اللبن كمتخلل/نافذ permeate. والمحتفظ به retentate يخلط بعد ذلك مع بادىء مركز (٩ × ١٠^٢/جم) مع ٣/١ الرينيت المستخدم عادة ثم يحفظ حتى تتكون الخثارة. والخثرة تتحرك متقدمة خلال سلسلة من الإسطوانات حيث يحدث قطع وسمط واندغام جل. وحوالى ٨٪ من الحجم الأصلي يطلق في مرحلة اندغام الجل ويقل وقت التصنيع بحوالى ساعة ويزيد الإتاء ٦-٨٪.

٥- أجهزة عمل الخثرة: فى عمل الجبن التقليدى كانت التنكات مفتوحة ولها قيعان مستديرة rounded وآلية فوق الرأس للقطع والتقليب. وسعتها كانت ٢٠٠٠٠ لتراً وتنكات الجبن الحديث مقفولة أفقية أو رأسية مع سعة تبلغ ٢٦٠٠٠ لتر وهى مصممة لإضافة الرينيت والتقطيع والسمط ويمكن ضبطها ولُخرج ٢٥ - ٥٠٪ من حجم السائل وتعطى إستعمالات كثيرة.

٦- تكوين قوام للخثرة: للإنتاج على نطاق صغير فالخثرة والشرش تنقل إلى مناضد خثرة لإفراغ الخثرة والتى لها جهاز مناولة الخثرة فوق الرأس وتُملّح الخثرة على المنضدة وتفتح نهاية التنك وتدفع الخثرة إلى المطحنة حيث منها تملأ فى قوالب تحتوى أوزان معينة. وهذا النظام يسمح بمرونة كبيرة فى عمل الجبن. وللأنظمة على نطاق أكبر توصل الخثرة إلى نظام أحزمة نقل حيث تقلب جافة ويسمح لها بالإلتحام والطحن والتمليح على الخط. وصمم النظام بحيث يكون مرناً بإختلاف طول أحزمة النقل وتثبيت المقلبات لتكوين قوام الخثرة. ويستخدم هذا النظام مع مكون كتل حيث تلتحم الخثرة تحت فراغ إلى كتل ١٨-٢٠ كجم. وتملأ الخثرة فى برج صلب غير قابل للصدأ تحت فراغ والكتل المتكونة تكون ثابتة الشكل والوزن والحجم. ثم تنقل الكتل تحت فراغ وتُرْمَز وتوضع فى صناديق وتبرد وتوضع فى أحمال حوالى ١ طن.

نضج الجبن cheese ripening: هذه عملية معقدة وتأخذ من أسبوعين إلى أكثر من ١٢ شهراً. وأثناء هذا الوقت تتغير جَشَابَة الخثرة غير ذات النكهة مع إنتاج نكهة وعبير وقوام يميز الصنف. كما تحدث تغيرات فى الحالة الفيزيقية والكيماوية والعضوية الحسية للجبن تحدثها الإنزيمات الموجودة فى الخثرة من بكتيريا البادىء ومن بقايا الرينيت والخلايا الجسدية somatic والفلورا الداخلية للبن. ويدخل فى ذلك البروتين والدهن والكربوايدرات فيختفى معظم اللاكتوز خلال ١٠ أيام من التصنيع حيث يتحول إلى حمض لاكتيك وكميات صغيرة من حمض الخليك والبروبيونيك وثانى أكسيد كربون وثنائى الإثيل. والبروتينات عديمة الذوبان فى الماء تحلماً بفعل الإنزيم إلى مركبات أبسط مثل عديد الببتيدات - الببتيدات والأحماض الأمينية. وهذه تساهم فى النكهة

وتسبب تغيرات فيزيقية فى الجبن بحيث يصبح أكثر نعومة وكريمية. والدهن لايتكسر إلى حد كبير ولكن الإنزيمات الليبوليتية تنتج جليسرولاً وأحماضاً دهنية طيارة والتى تعطى النكهة الخاصة بالجبن وتؤثر على القوام أيضاً بحيث تجعله ناعماً وقطيفياً. ونكهة الجبن النهائية تتكون من توازن دقيق لعدد كبير من المركبات.

وقد يحدث إسراع فى النضج إما برفع درجة حرارة النضج أو بإستخدام مزارع بادىء محورة وهذا يقلل من تكاليف التخزين عند درجة حرارة النضج التقليدية للشيدر ٦-٨°م ولكن بزيادة درجة حرارة إلى ١٢ - ١٣°م فإن معدل النضج يزيد ٥٠٪. ويوجد الآن ميل إلى جبن منخفض الدهن أى أقل من ١٧٪ دهن. والمشاكل المتصلة بإنتاج جبن منخفض الدهن هى نكهة مرة وقوام فقير. ويمكن التغلب على الببتيدات ذات المرارة بإستخدام مزارع بادىء محورة معاملة بحيث لاتؤثر على إنتاج الحموضة ولكن بها الإنزيمات التى تكسر الببتيدات المرة. وهذا النظام يعمل على درجات حرارة ٧-١٢°م.

تخزين الجبن: يتأثر النضج بدرجة حرارة الرطوبة فتحفظ الجبن على درجة حرارة تتراوح مابين ٥-١٢°م ورطوبة مابين ٨٥-٨٨٪ مما يمنع تبخر زائد للرطوبة الذى يتسبب فى عيوب فى قشر rind الجبن. والطرق التقليدية تعامل الجبن بعد الضغط بالربط بالأقمشة وبشمع البارافين أو التغطية باللدائن. والمصانع الحديثة تعبىء الجبن الجاف فى أكياس مانعة معبأة تحت الفراغ مما يحمى الجبن من فساد الفطر ومن التبخر وحيث تستخدم هذه الطريقة فى التعبئة فليس هناك حاجة إلى ضبط الرطوبة النسبية. (Macrae)

الجبن ذات العيون cheeses with eyes

فى إنتاج الجبن الجاف (ونصف الجاف) حبيبات الخثرة وبها نسبة منخفضة من الماء تضغط إلى رغيف والضغط ضرورى لتكوين رغيف متماسك له الأبعاد الخاصة بالجبن المنتج وكذلك قشرة مقفولة متماسكة وبعض الأصناف تكون فتحات (عيوناً) لامعة مستديرة إلى بيضاوية فى جسم الجبن أثناء النضج ومنها الأصناف السويسرية والهولندية وهى تنتج عن إنتاج ك أ، بواسطة بكتيريا خاصة.

وفى الأصناف الهولندية من الجبن ينتج الغاز من النشاط الأيضى لبكتيريا حمض اللاكتيك الذى يضاف إلى لبن الجبن لإبتداء تخمر حمض اللاكتيك (مزرعة بادىء). وبجانب السلالات متجانسة التخمر فإن البادىء يحتوى عادة أيضاً سلالات متغايرة التخمر تنتج ك أ، أثناء تخمر حمض اللاكتيك ولكن المصدر الأساسى لإنتاج الغاز هو تكسر السترات فى اللبن بواسطة كائنات بادىء خاصة ودرجة إنتاج الغاز تساعد على تكون عيون صغيرة نسبياً مثل الجودة والإيدام.

وفى الجبن السويسرية يتقدم تخمر حمض اللاكتيك سائداً بواسطة التخمر المتجانس وتتكون العيون من إنتاج الغاز بواسطة بكتيريا حمض البروبيونيك التى قد تأتى من اللبن الخام المستخدم فى عمل الجبن ولكنها دائماً تضاف إلى اللبن فى تصنيع الجبن من اللبن المبستر (معاملة اللبن لمدة ٢٠ ثانية على ٧٢°م تقتل هذه الكائنات). وأمثلة للجبن

وبها عيون كبيرة إلى كبيرة جداً الإيمنتال (سويسرا) وجارلسبيرجوست jarlsbergoct (النرويج) وأنواع الماسدام Maasdam (هولندا). وبعض الأصناف الأخرى تظهر فقط تخمر حمض بروبيونيك ضعيف. وظروف النضج توجه للحد من درجة تكون العين.

ومعظم العينات تحتفظ بقشرة جافة أثناء النضج وإن كان بعضها يعامل لإنتاج سطح مرغى تسود فيه الخميرة والبكتيريا الوتدية coryneform حيث تنتج مركبات نكهة خاصة.

والفتحات فى الجبن ليست دائماً ناتجة عن إنتاج غاز فمثلاً وجود فقاعات هواء فى الخثرة قد يسبب ثقوباً صغيرة فى جسم الجبن. وفى النهاية الفتحات فى الجبن مثل العيون والشقوق ... إلخ قد تنتج من نمو غير مرغوب منتجاً لغاز.

تخمر حمض اللاكتيك: تخمر أى جبن يبتدىء بتحويل سكر اللبن للاكتوز بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك متجانسة التخمر أو متغايرة التخمر. والتخمر المتجانس يكاد لاينتج إلا لاكتات بينما متغاير التخمر يؤدى إلى إنتاج لاكتات وخلات وإيثانول وثانى أكسيد كربون. وللتحكم فى التخمر تضاف مزرعة بادىء من بكتيريا حمض اللاكتيك إلى لبن الجبن وهى تتكون من سلالات من أنواع بكتيريا حمض لاكتيك لها صفات خاصة. وإختيار كائنات البادىء يتوقف على ظروف التصنيع وعلى الخواص المرغوبة فى صنف الجبن. والبادئات لأصناف الجبن السويسرى تتكون أساساً من أنواع متجانسة التخمر محبة للحرارة (أمثل درجة حرارة نمو ٣٨-٤٥°م) *Streptococcus thermophilus* ، lactobacilli ، *Lactobacillus helveticus* ، *L. lactis* ، *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* والتى تبقى بعد المعاملة بدرجة الحرارة العالية للطبخ أثناء التصنيع. والبادئات فى الأنواع الهولندية تتكون من بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة (أمثل درجة حرارة نمو ٢٠ - ٣٠°م) وتحتوى دائماً على أنواع متجانسة التخمر *Lactococcus lactis* و/أو *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* كمنتجات رئيسية لحمض اللاكتيك ومتغايرة التخمر *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* و/أو متجانسة التخمر *Lactococcus lactis* biovar. *diacetylactis* ككائنات لتخمير السترات.

ويتم تخمر حمض اللاكتيك فى الجبن عادة فى خلال ٢٤ ساعة على الأكثر وكلما إنخفض رقم جيد نتيجة لهذه العملية كلما زاد حمض اللاكتيك فى الشكل غير المتأين undissociated ويعمل كمادة حافظة/عطان. وغياب اللاكتوز مع إنخفاض رقم جيد يعطل تكون الكائنات المتبقية غير المرغوبة والتى تحتاج إلى سكر متخمر أو رقم جيد أعلا للنمو. وبكتيريا حمض اللاكتيك تنمو أحسن مايمكن تحت ظروف محبة للهواء دقيقة microaerophilic وأثناء نموها فى الجبن فإنها تخفض جهد الإختزال وبذا تمنع أى نمو غير مرغوب من الكائنات الدقيقة الهوائية. وهذه العوامل بجانب تمليح الجبن تساهم فى حفظ الجبن. ويؤثر حمض اللاكتيك على مذاق الجبن جداً وبتأثيره على رقم جيد يؤثر على القوام وتلازج المنتج مثل المرونة وقابلية تقطيعها إلى شرائح.

تخمـر حمـــص الـــبروبيونيك. تخمـــر حمـــص البروبيونيك يشمل غالبا *Propionibacterium freudenreichii* var. *shermanii* وكمية صغيرة من مزرعة من هذا الكائن قد تضاف إلى الجبن بجانب بادىء حمض اللاكتيك. وتفضل بكتيريا حمض البروبيونيك جهد أخسدة منخفض للنمو وهذا يعنى ظروفاً غير هوائية. ويبتدىء تخمرها عندما ينتهى تخمر حمض اللاكتيك. ولبدء التخمر ترفع درجة حرارة نضج الجبن إلى ١٨ - ٢٥°م لمدة معينة من الزمن (٢٠ - ٣٠يوم) ويبتدىء تخمر حمض البروبيونيك بتحويل اللاكتات ويؤدى إلى إنتاج بروبيونات وخلات وثانى أكسيد كربون.

وعندما يتم تكون كمية كافية من العيون تؤخر عملية التخمر بتخزين الجبن على درجات حرارة أكثر إنخفاضاً ويعطى حمض البروبيونيك مذاقاً حلواً للجبن.

نشوء/تكون العيون evolution of eyes: التكون الطبيعى للعيون هو نتيجة لتكون غازات معظمها ك أ٢ وهذا يذوب بسهولة فى رطوبة الجبن بحيث إذا أريد إبتداء تكوين عين فإن درجة من فوق تشبع الرطوبة بالغاز ضرورية ووجود فقاعات هواء فى الجبن تعمل كنوايا مما يسهل العملية. وكثير من العوامل تحدد تكون وحجم ثقوب الغاز فى الجبن؛ فسرعة ومدى تكون ك أ٢ فى زمن معين ومحتوى الماء فى الجبن ومعدل إنتشار ك أ٢ فى الجبن وحجم الجبن (نسبة سطح كبيرة إلى الحجم تساعد على هروب ك أ٢ أكثر إلى الجو) ودرجة حرارة الجبن (فعلى درجات حرارة منخفضة يزداد ذوبان ك أ٢ فى رطوبة الجبن).

وعندما ينتج الغاز ببطء شديد فإن حالة فوق تشبع لاتتكون ويتكون قليل من الثغور أو لاشىء البتة وعندما يولد الغاز بسرعة جداً فلايكون عنده وقت كافٍ للإنتشار وكثير جداً من ثغور صغيرة حدا تكون مرئية. والفتحات الكبيرة تُنْتِج أيضاً بمعدل كبير جداً عن معدل إنتاج الغاز. وتركيب الجبن له أهمية حرجة فى شكل الثغور؛ فإذا سمحت لكتلة الجبن أن "تنساب flow" تتكون عيون مستديرة وإلا نتجت شقوق وإنفلاقات splits. والظروف المهيئة لتكون عيون مستديرة هى رقم جيد ٥,٣ ومحتوى ملح منخفض (<٢,٥٪).

عيوب الكائنات الدقيقة فى تكون الغاز
microbial defects with gas formation

بعض عيوب الكائنات الدقيقة يصحبها تكون غازات شديد مما يؤثر بالسلب على رائحة ومذاق وقوام الجبن وأهم هذه العيوب هى:

١ - تخمر حمض البيوتريك والذى من الكلوستريديا غير الهوائية خاصة *Clostridium tyrobutyricum* والتى تكسر حمض اللاكتيك إلى حمض بيوتريك (رائحة كريهة awful) وحمض خليك وثانى أكسيد كربون وغاز الأيدروجين. وغاز الأيدروجين يكاد لايذوب فى رطوبة الجبن وإنتاجه يشمل تكون سريع لعيون (كبيرة) أو شقوق وإنفلاقات splits ويتوقف ذلك على تلازج consistency الجبن (إنتفاخ الغاز المتأخر). والسيلاج silage المنتج كعلف للماشية هى المصدر الأساسى لتلوث اللبن الخام. وهذه البكتيريا لاتهدم بالبسترة وبسبب تكوينها الكيماوى المناسب

خاصة رقم ج يـ فإن الأصناف الهولندية والسويسرية معرضة لهذا العيب

٢- في المراحل المبكرة من انتاج الجبن فإن بكتيريا كولي coliform bacteria مثل Enterobacter aerogenes قد تكسر اللاكتوز إلى مختلف المواد ومنها ك أ، وأيدروجين (إنتفاخ غاز مبكر early gas blowing) وهذا التخمر يسبب نكهات غير مرغوبة وقوام سيىء في الجبن. والكائنات يدمرها بسترة لبن الجبن. ويمنع هذا العيب الحلب الصحي خاصة اذا كانت الجبن ستصنع من لبن خام والسترة الكافية وظروف صحية جيدة أثناء تصنيع الجبن.

٣- حتى في الجبن المصنع من لبن مبستر فإن بكتيريا حمض اللاكتيك (كائنات غير البادىء) قد تسبب نكهات غير مرغوبة وخلال إنتاج شديد لثانى أكسيد الكربون أو لشقوق وإنفلاقات splits أو عدد كبير من العيون أو عيون كبيرة جداً (مثلاً عيون كبيرة جداً في الجبن من النوع الهولندى) وينتج ك أ، من إزالة مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الأمينية ولمنع هذا العيب يجب إتباع ظروف صحية خلال عملية التصنيع.

• **التصنيع manufacture**

الإيمنتال هي أشهر صنف في أنواع الجبن السويسري وهي مسماة لوادى نهر إيمي Emme في سويسرا.

طريقة التصنيع التقليدية للإيمنتال العجلة المستديرة traditional manufacture of round wheel Emmental

اللبن. لبن بقر خام مروق (رقم جيـ ٦،٥) يعدل دهنه إلى ٣،٠٪.

إضافة الريبيت: يوضع ١٠٠ لتر من اللبن في حلل نحاس حيث ينتج منها جبن تزن الواحدة منها حتى (١٠٠ كجم). ويسخن اللبن إلى ٣٥°م ويضاف مزرعة من بكتيريا حمض اللاكتيك (٠،١٥٪) وبكتيريا حمض البروبيونيك (١ جزء في المليون) وتخلط مع اللبن وبعد ٢٠ – ٣٠ ق يضاف الريبيت (١٥مل/١٠٠لتر من اللبن) فيتخثر اللبن.

التقطيع وعمل القيثارات harping: تقطع الخثرة إلى مكعبات (حوالي ٣ مم٣) بواسطة سكاكين تسمى القيثارات السويسرية Swiss harps.

الطبخ أو السمط: مخلوط الخثرة والشرش يقلب لمدة ٤٠ ق (قبل العمل foreworking) وتنكمش جسيمات الخثرة وتطرد الشرش (إندغام الجل) وتصبح الخثرة متماسكة ومطاطة elastic وبعد ذلك تطبخ الخثرة (تسمط) لمدة ٣٠ق على ٥٠ - ٥٣°م بحقن بخار في جاكتة الحلة. ومع تقليب الخثرة بإستمرار ودرجة حرارة العالية تقتل مختلف البكتيريا غير المقاومة للحرارة (وبعضها قد يسبب عيوباً في الجبن). ودرجة الحرارة العالية تؤثر على درجة إندغام الجل مما يحدد محتوى الرطوبة في الجبن وتفقد حسيمات الخثرة ماء أكثر وتصبح أكثر جفافا كما أن درجة الحرارة العالية تنشط انزيمات

الريبيت مما يؤثر على التحلل البروتيوليتـــى ويستمر الطبخ لمدة ٣٠ - ٦٠ق بعد الغسيل post washing حتى يحصل على حموضة فى مخلوط الخثرة-الشرش (جـهد ٦,٣ - ٦,٤) وتظهر جسيمات الخثرة صفات فيزيقية صحيحة فيوقف التقليب وتترسب جسيمات الخثرة بسرعة على قاع الحلة.

الغمس dipping: درجة الحرارة العالية للخثرة تشجع على تغير شكل الجبن أثناء الضغط وعلى ذلك فيجب إزالة الخثرة بسرعة من الحلة للقالب. وفى الإيمنتال التقليدية فالقالب خشب مرن وألواح ضغط خشبية. وإزالة الخثرة من الحلة (غمس dipping) يشمل طريقة غريبة فجانب واحد من قماش خشن كبير يثبت إلى قضيب صلب مرن وبينما يحتفظ بالقضيب مع نهاية القماش المثبتة فى الجدار الداخلى للحلة فإن صانع الجبن يحرك القماش تحت الخثرة وبذا يحتفظ بالأركان العكسية غير المثبتة من القماش ليكون كيساً كبيراً. ثم يزال القضيب وتعقد أركان القماش مع بعضها والخثرة تزال من الحلة بواسطة سلسلة ورافع أيدروليكى. وكتلة الخثرة (حتى ١٠٠ كجم) يسمح لها بالتصفية لمدة قصيرة وتنقل إلى طوق hoop مستدير خشبى. وتغطى المساحة العليا من الكتلة بالقماش ويوفر لها تابع خشبى وتضغط مع إستعمال ضغط هوائى أو ايدروليكى.

الضغط: الضغط يأخذ ١٢ - ٢٠ ساعة وعلى فترات (مرتين أو ثلاث) فتزال الجبن من الطوق hoop وتقلب ويعاد تغطيتها بقماش نظيف ثم توضع تحت ضغط والضغط ينتج عنه رغيف متماسك بالأبعاد المرغوبة وقشرة متماسكة وينتج حمض اللاكتيك جوهريا أثناء الضغط. وبعد الضغط رقم جـهد الجبن يجب أن يكون حوالى ٥,٢. ورقم جـهد أقل من ذلك يثبط نمو بكتيريا حمض البروبيونيك أثناء معاملة الغرفة الدافئة warm room treatment وينشط الحمضُ فقد الشرش وتبلغ درجة الحرارة فى غرفة الضغط ٢٢°م.

المعاملة بالمحلول الملحى brining: بعد الضغط يزال القماش ويوضع على الجبن علامة لتحديد المُنْتَج. وتوضع الجبن فى ماج مشبع (٢٣٪ ص كل) على ١٤°م وهى مازالت فى الطوق الخشبى hoop. والسطح الأعلا للجبن العائم يرش بملح جاف. وتقلب الجبن كل يوم ويكرر تمليح الجبن على السطح العلوى بملح جاف.

معاملة غرفة التبريد cool room treatment: بعد المعاملة بالماج تخزن الجبن لمدة أسبوعين على رف خشبى فى غرفة رطبة على ١٤°م وتقلب كل يوم ويرش على سطحها ملح جاف. وفى هذه الفترة فإن قشرة الجبن تصبح متماسكة والملح ينتشر خلال كتلة الجبن.

معاملة الغرفة الدافئة warm room treatment: بعد التخزين البارد تخزن الجبن لمدة ٥ - ٨ أسابيع على ١٨ - ٢٥°م وهذا ينشط تخمر حمض البروبيونيك مع إنتاج ك أ٢ ويبتدىء تكون العيون بعد ٤ أسابيع ويتحول لون القشرة من أبيض إلى

ذهبي ولمنع نمو الفطر تُفرّش الجبن كل يوم بماج وتقلب وترش بالملح. وتركيز الملح العالي في الجبن يثبط نمو وتخمر بكتيريا البروبيوني.

النضج maturation: عندما تصل الجبن إلى الشكل المرغوب مع تكون العين المناسبة تخزن لمدة ٣-١٢ شهراً في غرف تبريد (٧ – ١٤ °م). والتخزين عند هذه الدرجة يؤخر نشاط بكتيريا البروبيوني وقد يستمر تكون العين ولكن بمعدل أكثر إنخفاضاً. وتأخذ الجبن نكهة حلوة ونكهة مكسرات خاصة نظراً للنشاط الأيضي لبكتيريا البروبيوني والتي تنتج بروبيونات وخلات من اللاكتات. والأحماض الأمينية والببتيدات القصيرة الناتجة عن التحلل البروتيني للكيزين هي أيضاً مسئولة عن المذاق والنكهة المتخصصة.
والبلازمين وهو بروتيناز داخلي في اللبن يلعب دوراً هاماً في التحلل البروتيني وكذلك البروتينيزات والببتيديزات من بكتيريا حمض اللاكتيك المحبة للحرارة (مزرعة البادىء). وإنزيمات الرينيت المستخدمة في تخثر اللبن يمكن إهمال مساهمتها في تكسير الكيزين لأن الرينيت يحدث له تثبيط حراري أثناء تصنيع الأيمنتال. ومساهمة بكتيريا البروبيوني في التحلل البروتيني جوهرية ووجود بعض النحاس في الجبن يضبط فعل الإنزيمات البروتيولوتية وبالتالي تكوّن المذاق والنكهة. وتحلل الدهن إلى أحماض دهنية يساهم أيضاً في المذاق فليباز اللبن الداخلي يؤثر على التحلل الدهني في الجبن المصنوع من اللبن الخام. وفي الجبن المصنوع من لبن مبستر فإن الإنزيم غالباً مايثبط بالحرارة والتحلل البروتيني يؤثر أيضاً على تلازج consistency الجبن وإلى حد ما قوامها بإنتاج بعض ثاني أكسيد الكربون من إزالة مجموعة الكربوكسيل من الأحماض الأمينية مساهماً في تكبير العيون.

إنتاج الجرويير manufacture of Gruyère

الجرويير جبن سويسري يصنع من لبن خام غير مُقيّس unstandardized وهي تختلف قليلاً عن الإيمنتال في النكهة والأبعاد وجسمها أكثر تماسكاً وتخمر حمض البروبيونيك بسيط. وبسبب درجة الحرارة الأقل أثناء معاملة الغرفة الدافئة (١٤ – ١٨ °م) فإن جبن الجرويير تظهر فقط عيوناً صغيرة قليلة. وبدلاً من لون سطح الإيمنتال الذهبي فإن قشرة الجرويير لها لون أحمر-بني وهذا ينتج عن البكتيريا الوتدية coryneform مثل *Brevibacterium linens* والتي تتطور أثناء نضج سطح الجبن وتتسبب في إنتاج المذاق المتخصص والذي ينتج عن مركبات النكهة المميزة (مثل الأمونيا) ونمو هذه البكتيريا يعززه حك rubbing الجبن بقماش مبلول بماج ويحتوي كائنات أثناء فترة النضج المبكر كل صباح ومساء، ولكن بعد ذلك مرة واحدة في اليوم. وبعد شهر يأخذ الجبن مظهراً محبباً أحمراً بنياً.

الإنتاج الحديث للإيمنتال : مصانع الجبن الحديثة تستخدم كثيراً تنكات الصلب غير القابل للصدأ بدلاً من حلل النحاس وأحياناً يضاف قليلاً من ملح نحاس إلى لبن الجبن. وقد طورت أجهزة لتصفية

الشرش والقولبة تحت فراغ ولضغط أرغفة كثيرة فى نفس الوقت ولايحتاج إلى قماش الجبن وتضبط عمليات الإنتاج والتخزين والنضج وبذا فجودة الجبن أكثر ثباتاً ويقل حدوث عيوب. وتنتج الإيمنتال كجبن بدون قشرة وذات أوزان مختلفة وبعد المعاملة بالماج مباشرة تُلَفْ الجبن فى رقائق لدائن plastic foil وتحفظ تحت فراغ وتنضج فى العبوة. ولايكون لها قشرة متماسكة والعبوة تحميها من الجفاف ومن نمو الفطر على السطح بتعطيل إنتشار الأكسجين ووقت انضاج الإيمنتال بدون قشرة ٦-٨ أسبوع.

الأصناف: بعض الأصناف تكون عيوناً مستديرة إلى بيضية الشكل بمختلف الأعداد بسبب بكتيريا حمض اللاكتيك وبكتيريا حمض البروبيونيك. ويتوقف مذاق ونكهة الجبن فى الدرجة الأولى على نوع التخمر ومدة النضج ويتأثر المذاق والنكهة بمعاملة سطح الجبن أثناء النضج. والجدول (٦) يعطى بعض أنواع الجبن وأصلها ونوع العين وعدد العيون ونسبة الدهن فى الكتلة الجافة وشكل الجبن وكذلك النكهة والمذاق.
(Macrae)

تصنيع أنواع الباستافيلاتا
manufacture of Pasta Filata varieties

تصنع جبن من أنواع باستافيلاتا فى أوروبا الوسطى والشرقية من ألبان البقر والحصان والغنم sheep والجاموس. والمصطلح "باستافيلاتا pasta filata" يظهر أن الخثرة قد تم شدها pulled وعجنها kneaded أو مطها stretched. والخثرة المنتجة من عملية انزيم ومزرعة بادىء تسخن ثم تمط وتعجن حتى يحصل على قوام لدن ناعم. والجبن الممطوط يكون معداً للأكل أو التخزين حتى تتكون النكهة فيه.

وأشهر أنواع الباستافيلاتا هى الموتزاريللا والبروفولون والبروفاتورا والاسكامورزى scamorze (أو اسكارمورزى scarmorze) والساكيوكافالو caciocavallo والمانتيكا manteca والموليتيرنو moliterno والفوجيانو foggiano والكارتونيز cartonese من إيطاليا والكاسكافالساجت kaskavalsajt من المجر والجيلاد gilad من إسرائيل والكاسكافال داليا dalia والكاسكافال دوبروجيا من cascaval رومانيا والكاشكافال kashkaval من بلغاريا. وتختلف هذه الجبن عن بعضها البعض فى نوع اللبن والتعتيق أو النضج ومحتوى الدهن وإضافة مواد التنكيه مثل التدخين أو إضافة الفلفل.

التصنيع : خطوات التصنيع هى كالآتى:
لبن خام ← مقايسة standardization ← بسترة ← إضافة البادىء ← إضافة إنزيمات الرينيت ← الخثارة ← تقطيع الخثرة ← طبخ الخثرة ← تكوين الحمض ← المط ← القولبة والتعبئة النهائية.

اللبن milk: إستخدم لبن الجاموس فى تصنيع الموتزاريللا ولكن يمكن الآن إستخدام لبن البقر الطازج الجيد من وجهة محتواه من الكائنات

الدقيقة واللبن عادة يعدل إلى مستوى دهن معين تبعاً لنوع الجبن الذى سيصنع. وللموتزاريلا لبن من ١,٦ - ٣,٠٪ دهن يمكن إستخدامه ثم يبستر اللبن لمدة ١٥ ثانية على ٧٤°م (لدرجة حراره عالية وزمن قصير) أو ٣٠ ق على ٦٣°م لنظام الدفعات.

جدول (٦): الجبن الجافة - المضغوطة ذات العيون.

بلد الأصل والصنف	التخمر	وصف العيون	نسبة الدهن (٪) فى محتوى المادة الجافة	الشكل	النكهة
سويسرا					
إيمنزيلر	+	مستدير ومنتظم، ٠,٥-١سم	٥٠	إسطوانى منخفض	مذاق قوى
إيمنتال	+٥	مستدير وكثير، ١-٣سم	٤٥-٤٨	عجلة	طرى ونُقلى
جرويير	+	مستدير ومنتظم، ٠,٥-١سم	٤٥-٤٨	عجلة	ملحى وفاكهى
الدانمارك					
سامسو	+	مستدير فى حجم البسلة إلى الكريزة	٣٠-٤٥	عجلة	
دانبو	+	مستدير وقليل فى حجم البسلة	١٠-٤٥	مستطيل	عبيرى ومذاق قوى
هولندا					
إيدام	+	تقريباً مستدير فى حجم البسلة	٤٠	كرة، غطاء شمعى	عبيرى ومذاق قوى
جودة	+	تقريباً مستدير فى حجم راس الدبوس إلى البسلة	٤٨	عجلة	كريمى لطيف
ماسدام	+٥	مستدير وكثير، ١-٣ سم	٤٥	عجلة	حلو وطرى
إيطاليا					
فونتينا	+	خروم	٤٥	إسطوانى منخفض	كريمى ولطيف
بروفولون	+	خروم قليلة وشقوق splits	٤٤	يختلف	عبيرى ومذاق حاد
ألمانيا الغربية					
تيلسيتر	+	مستدير ومنتظم، ٢-٤ مم	٣٠-٥٠	عجلة	عبيرى ومذاق قوى
النرويج					
جارلسبيرجوست	+٥	مستدير فى حجم البسلة إلى الكريزة	٤٥	إسطوانى	خفيف ولطيف وحلو

+: تخمر حمض اللاكتيك، ٥: تخمر حمض البروبيونيك المقصود.

تكوين الحمض acid development: لم يكن يضاف للموتزاريللا مزرعة بادىء تقليديا ولكن لأن اللبن يبستر للحصول على ناتج ثابت من يوم لآخر فيضاف - للموتزاريللا - بادىء يحتوى على

مخلوط من Streptococcus thermophilus و Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus. ويمكن إستخدام سلالات أخرى مثل Lactococcus lactis ssp. lactis ، L. lactis ، Enterococcus feacalis (DK) ssp. cremoris بنسبة ٠,٥ - ١,٥٪ بالوزن.

وفى الطريقة التقليدية تُعَقَد الخثرة وتقطع وتصفى ثم تبرد بالثلج حتى رقم جيد ٥,١ - ٥,٣ وهذه الطريقة تستمر ٣ أيام عادة. أما اليوم ففى مصانع الجبن الحديثة تحفظ الخثرة على ٣٠ - ٣٢°م لمدة ١ - ٣ ساعات حتى يصل رقم جيد ٥,١ - ٥,٣ وعندما يصل رقم جيد إلى هذا المستوى الأمثل فإن الخثرة تكون فى ظرفها المثالى للخلط (المط/العجن) والقولبة.

وطريقة أخرى لإنتاج الموتزاريلا هى تحميض اللبن مباشرة وتستخدم أحماض خليك ولاكتيك وسيتريك وايدروكلوريك ليصل أمثل ج يد للخثرة إلى ٥,٦ وهو أعلا من جيد الخثرة المنتجة بمزرعة البادىء ويحتاج إلى وقت لإنتاج الجبن وقد يستخدم إرتباط بين الطريقتين.

التخثر coagulation: بعد إضافة البادىء يسمح للبن بالنضج على أمثل درجة حرارة لنمو البادىء. ووقت النضج يتوقف على البادىء المستخدم ولكن حوالى ٣٠ - ٥٠ق على ٣٠ - ٣٢°م كافية. وإذا كانت حموضة التنقيط الأساسية هى ٠,١٧٪ فإن المخثر يمكن أن يضاف عندما تكون حموضة التنقيط ٠,١٩٪. ويستخدم أحد أنواع الرينيت فيضات للموتزاريلا رينيت يكفى لأن يحدث تخثراً فى ٣٠ق على ٣٠ - ٣٤°م أو حوالى ٠,٨٠ جم رينيت لكل ٥٠٠ كجم لبن. وهو يخفف بالماء قبل إضافته ويترك لمدة ٣٠ق.

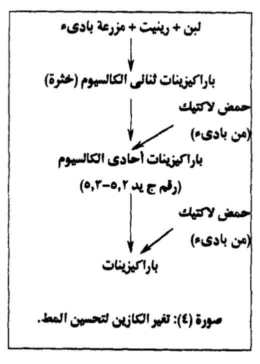
تقطيع الخثرة/الطبخ curd cutting/cooking: بعد وصول الخثرة لقوتها المثلى تقطع إلى مكعبات بواسطة سكاكين الخثرة. وحجم المكعب يؤثر على محتوى الرطوبة فى الجبن حيث أن المكعبات الصغيرة لها مساحة سطح أكبر وبذا فقد أكبر فى الرطوبة عندما تطبخ الخثرة. ويحدث التقطيع بسكاكين ١-٢سم ثم تترك الخثرة مقطعة بدون إزعاج لمدة ١٥ق لمنع فقد الدهن فى الشرش. والطبخ يتوقف على محتوى الرطوبة المرغوب فالموتزاريلا عالية الرطوبة لاتطبخ عادة ولكن تحفظ على درجة حرارة العقد لمدة ١٥ - ٦٠ق مع تقليب لطيف والمدة تتوقف على تكون الحمض ونوع الجبن أما الموتزاريلا منخفضة الرطوبة (وكثيراً ماتسمى جبن البيتزا) عادة تصنع من خثرات سبق طبخها والذى يتم برفع درجة حرارة الخثرة تدريجياً إلى ٤٠ - ٤٥°م فى ٣٥ - ٦٠ق ثم يقلب الشرش والخثرة لمدة ١٠ق.

تصفية الشرش/تكويم/الخثرات/ draining whey/ piling of curds: بعد الطبخ يصفى نصف شرش الموتزاريلا وتقلب الخثرة قبل السماح لها بالتسطيح mat وبعض الطرق يجرى تصفية الشرش ثم الغسيل بماء دافىء قبل السماح للخثرة بالتسطيح mat وبعد تصفية كل الشرش تقطع الخثرة إلى كتل وتقلب كل ١٥ - ٣٠ق حتى يصل

رقم ج يد إلى الدرجة المثلى. وكتل الخثرة توضع فوق بعضها مثل جبن الشيدر تبعاً لنوع الجبن الذى يصنع. وفى الطريقة التقليدية التى تأخذ ٣ أيام للتصنيع فخثرة الموتزاريللا تبرد حتى يحصل على رقم ج يد أمثل للمط. وعند رقم ج يد ٥,١ - ٥,٣ فإن الخثرة تصبح معدة للطحن والمط.

المط stretching: إنتاج جبن عالى الجودة يتوقف على التغيرات الكيماوية فى الكازين أثناء التخثر وتحميض اللبن (الصورة ٤) والرينيت والبادىء يضافان للبن. والكيزين ككيزينات يحلما بواسطة الرينيت لإنتاج باراكيزينات ثنائى الكالسيوم والذى يتخثر مكوناً الخثرة. وتنتج مزرعة البادىء حمض لاكتيك من اللاكتوز الذى يخفض رقم ج يد مسبباً أن باراكيزينات ثنائى الكالسيوم تصبح باراكيزينات أحادى الكالسيوم وهذه تمتلك الخصائص الفريدة التى تسمح بالمط وهى تذوب فى ٥٪ ص كل وعندما تسخن إلى ٥٤°م أو أعلا تصبح الخثرة ناعمة وتطوى وحبلية stringy وتحتفظ بالدهن. وإذا أنتج حمض كثير فإن باراكيزينات أحادى الكالسيوم تتحول إلى باراكيزين والذى لايستطيع الإحتفاظ بالدهن وبذا يؤثر على قوام المنتج النهائى. كما يؤثر على المط عكسياً التجنيس وبعض طرق إزالة لون الخثرة وإضافة أملاح إستحلاب.

والمط سهل فالخثرة تطحن إلى مكعبات صغيرة أو شرائط ثم تغطى بماء ٧٢-٨٢°م. وبعد قليل تمط الخثرة المدفأة بإستخدام خلاط يدور أو مجاديف خشبية. وبالتبادل توضع الخثرات المطحونة فى خلاط ميكانيكى للطبخ والذى يسخن ويمط الخثرة فى نفس الوقت. وسواء استعملت أى من الطرق فإن درجة حرارة الداخل يجب ألا تزيد عن ٥٧°م. ويستمر الخلط/المط حتى يحصل على كتلة لدنة بيضاء طويلة وناعمة وبعد تمام المط فإن الجبن الساخن يقولب إلى كرات أو كتل من أحجام مختلفة ويبرد. وفى حالة الموتزاريللا يملح بماج ٢٣٪ ص كل لمدة ٢-١٢ ساعة ويتوقف على حجم كتلة الجبن. ثم تعبأ. والطبخ يساعد فى تكوين النكهة وحفظ الجبن.



صورة (٤): تغير الكازين لتحسين المط.

الأصناف الأخرى: بعد التمليح بالمأج فإن عملية التصنيع تبتدىء ويتوقف ذلك على نوع الجبن المصنع. فالموتزاريللا تحتوى ٠,٧ - ١,٠٪ ص كل بينما الكاشكافال تحتوى على ٤٪ ص كل.

والكاشكافال يصنع من مخلوط من ألبان البقر والخراف sheep والماعز. ويختلف البروفولون عن الموتزاريللا في مستوى الرطوبة المنخفضة وأنها تعتق لمدة ٢-١٢ شهراً وقد تدخن وهذا يعطي نكهة التدخين ويقلل نسبة الرطوبة. وقد يضاف نكهات أخرى بإضافة الليبارزات (بروفولون) والزبد (مانتيكا أو مانتيشي) والفاعل (كارتونيز). وبسبب تسخين الخثرة فإن أشكالاً كثيرة يمكن إنتاجها فالبروفولون مثلاً تنتج في أجراس صغيرة تشبه الكمثرى إلى أشكال تشبه السالامي والجيجانتا. والكاشكافال عادة مسطحة وأسطوانية بينما الموتزاريللا دائرية.

والجبن الذي يقطع يتم إنضاجه حوالي ٢-١٢ شهراً على درجة حرارة ٤-١٦°م (بروفولون وكاشكافال بالتتابع) في غرف إنضاج مضبوطة الرطوبة وفي الإنضاج قد يفقد جزء من الرطوبة ويحلما الدهن والبروتين يتحلل بالإنزيمات المتبقية وبذا تساهم في نكهة الجبن الفريدة. (Macrae)

• **الجبن الطري والأصناف الخاصة**

soft & special varieties

جبن الكريمة cream cheese

جبن الكريمة هي جبن طري غير منضج يحتوي ٣٥٪ دهن، ٥٤٪ رطوبة، ٧,٥٪ بروتين (الجدول ٧). ولها نكهة حمضية خفيفة وهي كريمية. والجبن النيفشاتل Neufchatel يشبهه مع دهن أقل (٢٣٪).

التصنيع manufacture: يمكن إنتاج الجبن الكريمة بعدة طرق تبتدىء بكريمة والدهن فيها (حوالي ١١٪) مبسترة بدرجة حرارة وزمن أعلا قليلاً من البسترة العادية فمثلاً ٦٨°م لمدة ٣٠ق علماً بأن إستخدام درجة حرارة زائدة يثبط تصفية الشرش. ثم تخمر على ٢٢°م بمزرعة حمض لاكتيك لمدة ١٦ ساعة أو ٣٠-٣٢°م لمدة ٥ ساعات والمخلوط يجب أن يصل إلى جـ يد ٤,٤ -٤,٥ والبعض يوصي بإضافة إنزيم تخثير اللبن قبل التحضين.

جدول (٧) : تكوين جبن الكريمة والنيفشاتل والكوخ.

المكون	جبن الكريمة	نيفشاتل	جبن الكوخ منزوع الكريمة	جبن الكوخ منخفض الدهن (٢٪)	جبن الكوخ منخفض الدهن (١٪)	الخثرة الجافة
الرطوبة	٥٣,٧٥	٦٢,٢١	٧٨,٩٦	٧٩,٣١	٨٢,٤٨	٧٩,٧٧
الدهن	٣٤,٨٧	٢٣,٤٣	٤,٥١	١,٩٣	١,٠٢	٠,٤٢
البروتين	٧,٥٥	٩,٩٦	١٢,٤٩	١٣,٧٤	١٢,٣٩	١٧,٢٧
كربوايدرات	٢,٦٦	٢,٩٤	٢,٦٨	٣,٦٣	٢,٧٢	١,٨٥

وفى الطرق التقليدية فالكريمة المخثرة تضخ أو تنقل إلى أكياس موسلين وهذه تنقل إلى غرفة تبريد ويسمح لها بالتصفية طيلة الليل وينتج عن ذلك جبن طازج طرى يعبأ للإستهلاك أو للتصنيع فيما بعد. أما فى الطرق الحديثة فتضخ الكريمة المتخثرة إلى جهاز الطرد المركزى والذى يفصلها إلى جبن كريمة وشرش أو يفصل الشرش بالترشيح فائق الدقة. ثم تعبأ باردة cold-pack فى الطريقة التقليدية وهذه تعطيها نكهة أكثر وعبيراً أعلا وجسماً غير ملتصق. وتستخدم طريقة التعبئة الساخنة hot-pack تجارياً ويضاف مثبت (صمغ الخروب) بنسبة ٠,٣٥٪ وملح بنسبة ١٪ ويسخن المخلوط فى حلة أو معادل حرارى كاشط السطح إلى ٧٠°م ثم تجنس على ١٣٦ ضغط جوى (٢٠٠٠ رطل على البوصة المربعة). وجبن التعبئة الساخنة يمكن الإحتفاظ بها لمدة ٦٠ يوماً أو أكثر.

جبن الكوخ cottage cheese: تباع جبن الكوخ كجبن كوخ منزوعة الكريمة ولها نكهة خفيفة حمضية قليلاً ذات عبير. وتتكون من جسيمات خثرة صغيرة مع "كريمة" سميكة بينها بكميات تختلف وكذلك بلزوجة تختلف تبعاً للصنف. وحجم جسيمات الخثرة يحدد إذا ماكانت ستسمى "خثرة كبيرة large curd" أو "خثرة صغيرة small curd" والأولى ٨ مم فى القطر أو أكبر والثانية ٤ مم فى القطر.

وجبن الكوخ جبن طرى غير منضج يحتوى ٨٠٪ رطوبة وجبن الكوخ منزوعة الكريمة creamed cottage cheese تحتوى ٤٪ دهن وجبن الكوخ منخفضة الدهن ٢-١٪ والآن صفر٪ دهن (الجدول ٧). وجبن الكوخ منخفضة الدهن تحتوى عادة رطوبة أكثر من الأنواع منزوعة الكريمة كاملة الدهن full fat creamed مع جبن خالى الدهن يحل محل الدهن.

تصنيع الخثرة: اللبن المبستر على ٧٢°م لمدة ١٦ ثانية يخمر فى تنكات كبيرة بمزرعة حمض لاكتيك لاتنتج غازاً وعلى ٢٢°م لمدة ١٢ - ١٦ ساعة فى العقد الطويل long set وعلى ٣٢°م لمدة ٤ ساعات فى العقد القصير short set أو فى درجة حرارة متوسطة بين ذلك فى العقد المتوسط intermediate set. وتختلف كمية المزرعة من ٠,٥ - ١٪ (عقد طويل) إلى ٥٪ (عقد قصير) ويضاف إنزيم تخثير اللبن أو الرينيت بمعدل ١مل/٤٥٠كجم من اللبن الفرز. ومن المهم قطع الخثارة على رقم $ج_{يد}$ ثابت حوالى ٤,٦ - 4.8 وارتفاع $ج_{يد}$ القطع يعطى جبن أكثر تماسكاً ويحسن الإحتفاظ بالخطوات التالية ثابتة بقدر الإمكان. ويتم القطع بسكاكين سلك بينها ١,٢سم فى الخثرة الكبيرة، ٠,٦سم فى الخثرة الصغيرة. وبعد ١٥ق من التقطيع يبتدىء التقليب والتسخين ببطء وترتفع درجة الحرارة إلى ٥٥°م على مدة ٩٠ق. وبعد التحقق من التماسك يصفى الشرش وتغسل الخثرة ٢-٣ مرات بالماء الأولى على ١٥°م والأخيرة على ٤°م وفى كل مرة لمدة ١٥ق. وبعد تصفية ماء الغسيل تكون الخثرة جاهزة للكريمية creaming. ويمكن تحقيق التحميض بإستخدام مُحَمِضَات بدون إستخدام مزارع اللاكتيك فيضاف حمض الفوسفوريك أولاً لخفض رقم $ج_{يد}$ جزئياً ثم يضاف

جلوكونو-δ-لاكتون لخفض رقم جـH إلى ٤,٧ أو ٤,٦ وهو يتحلما ببطء فـي الماء لإعطاء حمض جلوكونيك والتخثر الطبيعي للبن والخطوات التالية تماثل تلك المستخدمة مع طريقة المزرعة.

الكريمية creaming: مخلوط الكريمية يختلف تبعاً للخواص المطلوبة، فنسبة كريمة : خثرة منخفضة ١ : ٢ تعطى منتجاً يظهر أكثر جفافاً ونسبة أعلا ٢ : ٣ أو ١ : ١ تعطى ناتجاً أكثر سيولة وتفككاً. والمخلوط يحتوى كمية من الدهن مناسبة لمحتوى الدهن فى الناتج النهائى فمثلاً ١٢,٠٪ دهن لمحتوى دهن ٤,٥٪ ونسبة كريمية ٣٦ : ٦٤. ولمخلوط الكريمية يضاف ملح (لإعطاء ٠,٨-١,٠٪ ملح فـى المنتج) وجوامد لبن (مسحوق لبن فرز وجوامد شرش) ومخلوط من المثبتات والمثخنات لتسميك الكريمة.

وجبن الكوخ منزوعة الكريمة معرضة للفساد بواسطة البكتيريا المحبة للبرودة بسبب تعرض أكبر نسبياً للتلوث بواسطة الكائنات الدقيقة المسببة للفساد وبسبب نشاط الماء العالى وإنخفاض الملح ويمكن إضافة مزارع تثبيط التى تثبط البكتيريا المحبة للبرودة. وفى عملية الكريمية تخلط صفوة الكريمة cream dressing والخثرة لمدة ١٥ - ٣٠ ق لأن إمتصاص السيرم من الصفوة dressing عملية تتوقف على الزمن. والمخلوط الأول مفكك نسبياً وبعض الإمتصاص مرغوب فيه لإمكان إعطاء مخلوط موحد للكريمة والخثرة فى كل عبوة. والزمن المسموح به للعملية يحدد إلى حد ما كمية المثبتات ونسبة الكريمة : الخثرة ... الخ. ثم تعبأ الجبن وتبرد إلى ٤°م وعمر الرف لهذا الجبن ٢١ - ٢٨ يوماً فى عملية مضبوطة.

الأجهزة equipment: فى أبسط الطرق يحدث التخمر والطبخ وغسيل الخثرة والتصفية والكريمية فى نفس التنك وتضخ الخثرة منزوعة الكريمية إلى مكن الملء. وفى المصانع ذات الإنتاج العالى يتم ضخ إما الخثرة والشرش أو الخثرة وماء الغسيل الأول إلى حيث يعاد غسلها ثم تذهب الى فاصلات مستمرة للخثرة من الشرش أو ماء الغسيل حيث يمر المخلوط على إسطوانة مخرمة دائرة؛ ثم تقع الخثرة الجافة فى خلاط كريمية حيث تضاف الكريمة، وتخلط وتذهب إلى مكن التعبئة. ويستخدم الآن فاصل شرش مستمر وجهاز غسيل. وعادة تستخدم فى السلطة.

• جبن ناتج من التحميض المباشر والمعاملة الحرارية

جبن أبيض أمريكا اللاتينية

Latin American white cheese

هذه الجبن وهى تصنع من لبن الماعز والخراف sheep والجاموس لونها يميل إلى الصفرة فهى ليست بيضاء. وتنتج كويسو بلانكو queso blanco والكويسو ديل بايس queso del pais بالتحميض المباشر. والمزارع تنتج بإستخدام الرينيت وتكون الحمض بدرجة عالية. والجبن مثل كويسو دى برنساس queso de prenses (السلفادور والمكسيك وفنزويلا) وكويسو استيرا queso estera (كولومبيا) تصنع من لبن بإستخدام إنزيمات تجلط اللبن وبادىء.

وخطوات تصنيع كويسوبلانكو المنتجة بالتحميض المباشر تتكون من تسخين اللبن الكامل أو لبن مفروز جزئياً (حوالى ٢٪ دهن لبن) إلى ٨٠ - ٨٨°م والإحتفاظ به على مدة حتى ١٥ق لمسخ بروتينات الشرش. ويضاف كمية من الحمض - يصلح للإستعمال كغذاء - لتخثير كلاً من الكيزين وبروتينات الشرش الممسوخة من لبن الجبن الساخن مع إنتاج جبن نهائى رقم جـيد له ٥,٣-٥,٧. ويخلط الحمض بلطف ولكن بسرعة مع لبن الجبن مع تقليب كافٍ لضمان توزيع موحد للحمض وإلا فتركيب الخثرة ينزعج والإتاء ينخفض. وعادة هناك ٣ق تقليب تكفى لتنك ٥٠٠ لتر. وبعد ١٥ق يصفى الشرش من التنك وتملح الخثرة (حتى ٥٪ ملح) لإنتاج منتج جاف وطرى ومحبب. وتوضع الخثرة فى قوالب وتضغط لإنتاج منتج مضموم ذى محتوى رطوبة أقل والناتج يحتوى على ١٥ - ١٧٪ دهن لبن ، ٥١ - ٥٨٪ رطوبة ، ١٨ - ٢٢٪ بروتين ٣,٥ - ٤,٥٪ ملح. فهو يختلف كثيراً. والإتاء يبلغ ١١ - ١٤,٦٪ والكويسو بلانكو تستخدم كجبن طازج ولها قوام كريمى والنكهة حمضية ومالحة جداً وتؤكل مع الفاكهة أو صلصة الجوافا.

جبن بانير paneer cheese: وتعرف أيضاً بإسم "تشانا chana" وتنتج أساساً فى الهند بإستخدام لبن الجاموس وطريقة تصنيعها مشابهة للكويسوبلانكو وهى تختلف فى التكوين قليلاً فتحتوى على رطوبة أقل (٥٣٪) ودهن أكثر (٢٥٪).

جبن الريكوتا ricotta cheese: الريكوتا جبن طرى ذى محتوى رطوبى عالٍ تحضر من الشرش خالصا (إيطاليا) أو من خليط من الشرش واللبن. وقد تحضر من لبن كامل فى أمريكا الشمالية. وهذا المنتج مماثل تماماً للكويسوبلانكو فيما عدا أن الريكوتا الطازجة لاتضغط وتصنع الآن بخلط لبن البقر والشرش وقد تسمى جبن الألبيومين أو الشرش وأسماء أخرى كثيرة منها زيجر ziger وريكويت recuit وسيراك sérac وميجيت mejette وسيراسى ceracee وبروكيو broccio أو شوتنزجر schottenziger. ومعظم الإنتاج يتم بطريقة الدفعات بإستخدام حلل مفتوحة تسخن مباشرة أو بالبخار. والأمثل أن يبتدأ بشرش "حلو" ليس به أكثر من ٠,٢٪ حموضة تنقيط كحمض لاكتيك (ورقم جـيد ليس أقل من ٦,٢). ويضاف كثيراً ١٠-٢٥٪ لبن لتخفيف الحموضة المنتجة وتحسين الخثرة وقوة التماسك وبالتالى الإتاء. وتصنيع الريكوتا بالطريقة التقليدية يتكون من تسخين الشرش أو مخلوطة مع اللبن من ٨٢ إلى ٩٣°م ثم تقليب المُحَمِض (غذائى) كما فى كويسوبلانكو ولايحتاج إلا إلى كميات صغيرة من الحمض ورقم جـيد يجب ألا ينخفض عن ٥,٩-٦,١ وإلا فقدت الجبن الناتجة حلاوتها. وبروتينات الشرش الممسوخة ترتفع إلى السطح نظراً للهواء المحبوس والخثرة تؤخد بمغرفة مخرمة أو قماش غمر وقد تعلق لتبرد وتصفى وقد توضع فى قوالب مخرمة أو تبسط على منضدة خثرة لتصفية الشرش. وعند هذه النقطة تكون الخثرة طرية جداً محببة وهشة وينقصها قوة التماسك. وفى بعض الأحيان تضغط الخثرة وتسوق كريكوتا جافة. والإتاء ٥-٦٪ وهذا يرجع إلى جوامد منخفضة فى الشرش (٦-٧٪)

وانخفاض إستعادة البروتين وهو فى المتوسط حوالى ٧٠-٧٥٪. وتكوينها يختلف كثيراً ويتوقف على المواد المستخدمة. ولكن خليطاً من ٥٪ لبن مع ٩٥٪ شرش يعطى خثرة بها تقريباً ٦٨-٧٣٪ رطوبة، ٤-١٠٪ دهن، ١٦٪ بروتين، ٤٪ لاكتوز ومعادن.

وهناك طريقة إيطالية للإنتاج المستمر فخليط من شرش حلو ولبن يتم معادلته إلى جيد ٦,٩ - ٧,١ بإستمرار مع أيدروكسيد صوديوم ثم يسخن إلى ٨٨ - ٩٢°م ويحتفظ به على هذه الدرجة ويحقن على الخط in line ملح ودهن. ويمكن إستخدام شرش حمضى أو بادئات لإنتاج حمض لاكتيك كمحمضات. والشرش الساخن المحمض (جيد ٥,٩ - ٦,١) يضخ إلى قاع تنك كشكل حرف V فتعوم الخثرة إلى أعلا حيث تؤخذ بواسطة مجاديف إلى ميش mesh نيلون لتصفية الشرش والتبريد. ويجمع المنتج بعد ذلك فى حاويات مخرمة لخروج الرطوبة ثم يعبأ. والريكوتا طرية كريمية لها نكهة خفيفة تشبه نكهة الكارامل وتستهلك كما هى أو فى أطباق الرافيولى واللازانيا.

الجبن المحضر بعمليات حرارية cheese prepared by thermal processes: جبن الشرش تتكون من لاكتوز مكرمل ولبن ومعادن والبروتين الموجود فى الشرش الأصلى وهى أصلاً من البلاد الإسكندنافية ولازالت منتجة هناك وقليلاً فى أمريكا الشمالية. والجبن المحضر من شرش بقر يسمى ميسوست mysost ومن شرش لبن الماعز جيتوست gjetost. وكثيراً مايضاف مخيض (اللبن) أو الكريمة أو اللبن الكامل للشرش للحصول على جبن طرى يسمى "بريموست primost" والجبن المصنع فقط من لبن كامل يسمى "جوموست gomost".

والطريقة التقليدية للتصنيع تتكون من تسخين الشرش الحلو فى حلة مفتوحة حتى يتم الحصول على كتلة لزجة. وأثناء العملية يتم مسخ الألبيومين ويزال من على السطح ليعاد إضافته مرة أخرى نحو نهاية عملية التبخير. وفى هذه النقطة إما أن تضاف الكريمة أو مواد التنكيه. ويقلب المنتج بينما يبرد لمنع تكون بلورات لاكتوز كبيرة ثم يعبأ وهو دافىء.

وقد تم ميكنة العملية حديثاً لزيادة الكفاءة وإنقاص تكاليف العمالة بإستخدام التبخير ذى التأثير المزدوج double-effect. والشرش أو مخلوط منه مع الكريمة يركز إلى ٦٠٪ جوامد كلية ثم تنهى العملية فى حلة فراغ مستديرة إلى ٨٠ - ٨٤٪ جوامد كلية. وعند نهاية العملية يسخن المنتج إلى ٩٥°م تحت الضغط الجوى لإعطاء اللون المرغوب وشدة النكهة والظروف اللدنة للبن. ويقلب الجبن عند هذه النقطة ويبرد ويملأ مباشرة فى العبوة النهائية أو يبثق ميكانيكياً ويقطع إلى الأحجام المطلوبة ليعبأ.

وهذه الجبن لها لون مصفر مع جسم كريمى ناعم ونكهة كريم كرامل محلاه قليلاً ولايتم له تقريباً أى إنضاج نظراً لعلو تناضحيته osmolarity ويمكن أن تبقى هذه الجبن لمدد طويلة بفرض تعبئتها جيداً لمنع نمو الخميرة والفطر على السطح. وهى تحتوى ٣٥ - ٤٠٪ لاكتوز وحوالى ٣٠٪ دهن وهى مصدر ممتاز للطاقة. (Macrae)

• الأصناف البيضاء المعالجة بالمأج
white brined varieties

تتميز هذه الأصناف بالحفظ بالمأج (التخليل) والمأج يخدم في المحافظة على الجبن ويمنع الجفاف، وعلى ذلك فتكوين وخواص هذه الجبن وذلك الخاص بالمأج المستعمل متصلين.

والأصناف المعالجة بالمأج لاقشرة لها عادة وتنتج في كتل من أشكال مختلفة وكذلك أحجام مختلفة (مكعبات وكتل وأقسام) وتغطى بمأج أو شرش وتخزن في براميل خشبية وصفائح وعبوات مبطنة laminated وهي إما تسوق طازجة أو بعد التخزين لمدة قد تبلغ عاماً. وهي تتميز بنكهة نظيفة حمضية ملحية ويعمل علو محتوى الملح في الجبن والمأج على حفظها في الأجواء الحارة بدون حاجة للتبريد.

التقسيم classification

الجدول (٨) يظهر أن الجبن المعاملة بالمأج تشمل أصنافاً طرية وأخرى نصف جافة وكلها تقريباً مخثرة بالرينيت وعموماً فيمكن عملها من أنواع مختلفة من اللبن ولكن يظهر أن لبن الغنم sheep هو المفضل.

طرق التصنيع methods of manufacture

الطرق التقليدية traditional methods

جبن فيتا Feta cheese: قد يسخن اللبن الكامل إلى ٦٥°م لمدة ٣٠ق ثم يبرد إلى ٣٢-٣٣°م ثم قد يضاف ١-٣٪ بادىء (*Lactococcus lactis* + *Lac. lactis* subsp *cremoris*) ثم قد يضاف ٢٠-٣٠مل رينيت (ويفضل من حمل أو جدى kid) لكل ١٠٠ لتر لتخثير اللبن في مدة ٥٠ - ١٥٠ق ثم تقطع الخثرة إلى مكعبات ٢-٣سم ويترك في الشرش لمدة ١٠ - ١٥ ق ثم ينقل إلى أطواق hoops معدنية عمقها ٢٠سم وتترك لمدة ساعة ثم تنقل إلى غرفة على ١٦-١٨ °م ويملح سطح الخثرة قليلاً. والجبن تقلب رأساً على عقب وتترك لمدة ٢٠ ساعة ثم تقطع الخثرة إلى قطع من أحجام مختلفة وتوضع في طبقات في براميل وتملح بملح جاف خشن ٣٪ لمدة ثلاثة أيام ويضاف ٥٪ مأج للبرميل وتترك لمدة ١٥ يوماً ثم تنقل إلى حجرة تخزين مبردة إلى ٤°م لحين الحاجة.

جبن التيلميا telema cheese: يسخن اللبن الكامل إلى ٦٠ - ٦٨°م لمدة ٢٠ - ٣٠ق ثم يضاف ٠,٥٪ بادىء بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة *Lactobacillus casei* على ٢٨ - ٣١°م ثم يضاف الرينيت بمقدار ٢٥ - ٣٠مل لكل ١٠٠لتر لبن ويحتفظ به على ٣٠ - ٣٢°م لمدة ٦٠ق وتنقل الخثرة إلى قماش الجبن في طبقات وتقطع بسكين طويل وتضغط لمدة ٢ ساعة. ثم تقطع الجبن بالعرض إلى قطع وتغمس في حمام ملح ١٨-٢٢٪ ص كل على ١٥-١٦°م طول الليل ثم توضع الجبن في طبقات في صفائح تملأ بحمض لاكتيك ١,٣ - ٢٪ وتملح بشرش ٤-٥٪ ص كل لمدة شهر ثم تحفظ على ٥-١٠°م.

الجبن المخلل الأبيض white pickled cheese: يسخن اللبن الكامل ومبضياً إلى ٧٠°م أو إلى ٦٨°م لمدة عشر دقائق ثم يضاف بادىء من لبن حامض أو بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة

بنسبة ٠,٥ - ١٪ ثم يضاف الرينيت بمعدل ٢٥ - ٣٠ مل لكل ١٠٠ لتر لبن على ٣٠ - ٣١°م لإكتمال التخثر في ٦٠ - ٧٠ق تم تغرف الخثرة إلى قماش جبن موضوع على إطار خشب موضوع على منضدة تصفية وتضغط الجبن بربط القماش وباستخدام أثقال. ثم تقطع الخثرة إلى مكعبات ١٠سم^3 وتغمر في مأج مشبع طول الليل. ثم تعبأ الجبن في براميل أو صفائح تملأ بشرش مملح ٨ - ١٢٪ ص كل.

جبن برنزا brinza: يخثر اللبن بالرينيت على ٢٥ - ٣٢°م لمدة ٤٠ - ٩٠ق وبعدها تنقل الخثرة إلى منضدة تصفية للتقطيع والتقليب والضغط ويزال الشرش في ساعتين وتقطع الخثرة إلى كتل مستطيلة (١كجم) وتملح في مأج على درجة حرارة منخفضة (١٠ - ١٢°م) وتعبأ في براميل خشبية أو صفائح مبطنة باللك مملوءة بمأج أو شرش مملح ثم تخزن على ٤°م أو ١٢ - ٢٠°م.

بلي-سير-أو-كريسكانا bli-sir-o-kriskana: يضاف ٠,١٪ بادىء *Lactobacillus casei* + *Lactococcus lactis* للبن ثم يضاف رينيت ٢٠ - ٣٠ مل لكل ١٠٠ لتر لبن على ٣٠ - ٣٢°م للحصول على التخثر في ٧٠ - ٩٠ق. ثم تقطع الخثرة أفقياً ورأسياً وتترك لمدة ١٥-٢٠ق بعدها يعاد تقطيع الخثرة إلى مكعبات أصغر وتغرف إلى قماش جبن ثم تضغط لمدة ١-٤ ساعات ثم تقطع إلى مكعبات (١٠مم^3) للتمليح الجاف أو تغمر في مأج ٢٠ - ٢٥٪ ص كل لمدة ١٠ - ٢٠ ساعة على ١٢ - ١٥°م. ثم تعبأ الجبن في براميل مبطنة بالبارشمنت أو صفائح تملأ بمأج (١٠-١٢٪ ص كل) وتحفظ على ١٢-١٥°م لتنضج في مدة شهر واحد ثم تخزن الجبن على ١٠°م.

جدول (٨): تقسيم الجبن المعالج بالمأج.

الجبن	بلد الأصل	اللبن المستخدم
الجبن المخثر بالرينيت		
الجبن الطرية		
نوع الفيتا (تمليح الخثرة)		
فيتا	اليونان	غ، غ+م، ب
فيتا - م.ف.د	الدانمارك	ب ، مشترك
تيليميا	رومانيا	غ، ج، ب
أبيض مخلل	أوروبا الشرقية	غ، ب
بلي-سير-أو-كريسكانا	يوغوسلافيا	غ
بجالو(بلوسالاموريبوسيرين)	بلغاريا	غ، ب
برنزا	روسيا، بلغاريا	ب
تشيناخ	روسيا	غ
أكيا فيابي	سوريا، تركيا	غ، م
دمياطي (تمليح اللبن)		
دمياطي	مصر	ج،ب ومعاد الإرتباط
دمياطي - م.ف.د	مصر	ج،ب ومعاد الإرتباط
داني	مصر	غ
جبن شبه جافة		
حالومي	قبرص	غ، م، ب
مضفرة/مجدولة	سودان، سوريا	غ، ج، ب، معاد الإرتباط
شنكاليش	سوريا	غ
مخثرة بالحمض		
مش	مصر	لبن فرز

غ: غنم ، م: ماعز ، ب: بقر ، ج: جاموس، ومعاد الإرتباط.
م.ف.د: مرشح فائق الدقة.

بجالــو (بلــو سالامــورينــو سيريـــن) Bjalo (Belo Salamureno Sırene): يسخـــن اللبـــن إلى ٦٨°م لمـدة ١٠ق ثـم يـبرد إلى ٣١°م ويضـاف بـــادىء Lactococcus lactis + Lactobacillus casei بنسـبة ٠,١ – ٠,٣٪ ثـم رينيت بمعدل ٢مل لكل ١٠٠ لتر ويحدث التخثر فى ٦٠ – ٩٠ق. وتقطع الخثرة إلى مكعبات (٢-٣ سم³) وهذه تغرف إلى قماش جبن فتقطع الجبن إلى شرائط ويربط القماش على الخثرة ويترك ليصفى ثم يضغط لمدة ٤ – ٥ ساعات على ١٤ – ١٦°م ثم تقطع الخثرة إلى قطع ١٢ × ١٢سم وتغمر فى مأج مشبع أو ملح جاف لمدة ٢٤ ساعة ثم تعبأ فى إسطوانات معدنية أو لدائنية تملأ بمحلول مأج ١٠ – ١٢٪ ص كل وتنضج الجبن لمدة ٢– ٤ أسابيع وتخزن على ٤ – ٨°م.

الجبن الدمياطى domiati: يضاف محلول الملح ٥ – ١٥٪ ص كل إلى اللبن ويقلب حتى يذوب واللبن المملح يصفى خلال قماش جبن وقد يسخن إلى ٦٠°م لمدة ١٥ ق وبعد التبريد إلى ٣٧ – ٤٢°م يضاف رينيت بمعدل ٣٠ – ٤٠مل لكل ١٠٠لتر ليتم التخثر فى ٢ – ٣ ساعة فتنقل الخثرة إلى أطر خشبية مبطنة بقماش الجبن وتوضع على لوح خشب على منضدة تصفية حيث تصفى لمدة ٣-٤ ساعة. ثم تكسر الخثرة وتضغط وتكتمل التصفية فى ١٦ – ٢٤ ساعة فتقطع الجبن إلى قطع وتلف فى ورق جبن وتعبأ فى صفائح ٢٠لتر مملوءة بشرش مملح من نفس الجبن وتخزن على درجة حرارة الغرفة.

حالومى halloumi: يضاف من الرينيت مايكفى لتخثير لبن الغنم sheep على ٣٤°م فى خلال ٧-٨ق وتقطع الخثرة بعد ٣٠ق إلى حبيبات ١سم³ وتترك لمدة ١٠ق. ثم تقلب بلطف لمدة ١٠ق ثم تسمط على ٦٠°م لمدة ١٥ق ثم تنقل إلى أطواق/ طارات hoops ثم تضغط بأثقال ٣كجم/كجم جبن لمدة ٣٥ق والخثرة المضغوطة تقطع إلى كتل صغيرة (١٠ × ١٥ × ٣سم) وتنقل إلى شرش مزال بروتينه. ثم تسخن إلى ٩٠ – ٩٢°م لمدة ٣٠ق ثم تصفى وترش بملح جاف وأوراق جافة من *Mentha viridis* قبل حفظها فى الملح.

مضفرة medaffara: يضاف الرينيت إلى لبن خام على ٣٢-٣٧°م ويترك لمدة ٤٠ – ٦٠ق ويترك لينضج ٣٠ – ٦٠ق وبعد التقطيع وإزالة جزئية للشرش تترك المكعبات لتنضج فى الشرش حتى تتكون كتلة رفيعة حوالى ٢ م فى الطول وهذه الخثرة المنضجة تعجن فى ماء ساخن على ٨٠°م لمدة ١٠ق وبعد ذلك يضاف الكمون الأسود *Nigella sativa* وتشكل الخثرة وهى ساخنة لتتكون جلاً يضفر ويعامل بالمأج.

الأجهزة وتقدم الطريقة
equipment & process development

الإنتاج الصناعى للجبن المعامل بالمأج مبنى على تحوير الطرق التقليدية وعادة يبستر اللبن ويضاف البادىء والرينيت فيتخثر اللبن إما فى تنكات مفتوحة أو مغلقة فتنقل خثرة الجبن مباشرة إلى مناضد حيث يصفى الشرش من خلال صفيحة صلب مخرمة فى القاع أو يزال جزء من الشرش خلال

مصفاه متارجحة قبل أن توضع الخثرة على المنضدة. وبعد ملء المنضدة تغطى بألواح ضغط والخثرة تضغط فى كتلة جبن كبيرة والتى تقطع بعد ذلك إلى أحجام التجزئة (٠,٢٥ - ١ كجم) بواسطة سكين خاص ذى أبعاد معينة.

ومعظم التقدم فى تصنيع الجبن المعامل بالمـاج تحقق خلال الترشيح فائق الدقة (ر.ف.د UF) ultrafiltration فى تصنيع جبن الفيتا والدمياطى.

جبن فيتا مرشح فائق الدقة UF-Cast feta cheese: يستخدم نظامان لإنتاجها:

١- يرشح لبن مبستر مُقَيَّس بـ ١٢,٥٪ جوامد كلية (ج.ك TS) total solids، ٣,٥٪ دهن ترشيحاً فائق الدقة لإعطاء محتفظ به retentate ٣٧ - ٣٨٪ جوامد كلية. وهذا المحتفظ به يبستر ويجنس ويضخ من تنك التوازن بواسطة مضخة مضبوطة موجبة إلى متجمع المـلأ والخلـط المقاس. وفى نفس الوقت تقاس كميات مضبوطة من الرينيت والليباز و ص كل والمُحَمِض (جلوكونو-δ-لاكتون وحمض فوسفوريك أزرق) فى المُركّز قبل أن يصل إلى رأس الملء. ويملأ المُركّز مطهراً aseptically فى تراباك مبطن (٢٥٠--٥٠٠جم) أو يمكن تعبئته فى فلم متبلر خاص ويوضع فى كرتونات.

٢- يبستر المحتفظ به من لبن مرشح فائق الدقة وبه ٣٧ - ٣٨٪ جوامد كلية ويجنس ويذهب إلى تنك متوسط وبعد التبريد إلى ٣٠°م يضاف ٣٪ بادىء محب للحرارة المتوسطة وليباز بمعدل ٤-٨جم مسحوق ليباز لكل ١٠٠كجم ولايسمح لأى وقت لتكون حمض. وقبل الوضع فى صفائح ٢٠ لتر توضع جرعة من الرينيت. والملء يتم فى ثلاث مراحل لأن كل طبقة تخثر منفصلة وتذهب الصفائح إلى قسم تقطع فيه الجبن بمكنه تقطيع مجهزة بثلاثة سكاكين رأسية وتملح الجبن بـ ٤-٥٪ ملح الذى يبسط آلياً على سطح الجبن وتقفل الصفائح.

فيتا تركيب مرشح فائق الدقة U.F-structure feta: المحتفظ به وبه ٢٦٪ جوامد كلية يحدث له تخثر مستمر بعدها تقطع الخثارة آلياً وتعامل حبيبات الجبن فى النافذ/المتخلل permeate (من عملية الترشيح فائق الدقة) حيث يحدث إندغام الجل. وتملأ حبيبات الجبن فى قوالب ويرشح الشرش وتقطع الجبن إلى كتل وتملأ فى الصفائح وتملح كما وصف فى جبن فيتا مرشح فائق الدقة.

الدمياطى مرشح فائق الدقة U.F-Domiati: اللبن المبستر المعدل إلى ١٢,٥٪ جوامد كلية، ٣,٥٪ دهن يركز بالترشيح فائق الدقة إلى ٣٥٪ جوامد كلية والمحتفظ به يجنس ويسخن إلى ٧٥°م لمدة دقيقة ويبرد إلى ٣٤°م ويضاف ١٪ بادىء محب للحرارة المتوسطة ، ٥٪ ص كل ويصب المخلوط فى صوانى (٥٠ × ٥٠ × ١٠سم) ويترك ليتخثر فتقطع الجبن إلى مكعبات (٠,٥كجم) وتعبأ فى ١ كجم حاويات لدائنية صلبة فى صفائح أو ٢٠ لتر وهذا أو ذاك يملأ بالنافذ المملح ٥٪ ويغلق.

التغيرات فى تكوين الجبن المعامل بالمأج أثناء التخزين

changes in composition of brined cheeses during storage

الجدول (٩) يعطى متوسط تكوين بعض الجبن المعاملة بالمأج ويتأثر تكوين الجبن بنفس العوامل المؤثرة على تكوين الجبن الأخرى بما فيها نوع اللبن والمعاملة الحرارية وظروف مدة التخزين.

وبجانب ذلك يلعب التخزين فى المأج دوراً خاصاً وهاماً فى تحديد التغيرات فى تكوين الجبن المعاملة بالمأج ويفهم ذلك من:

١- المأج يعطى نشاط ماء عالٍ للجبن المخزونة.

٢- هناك توازن مستمر فى توزيع المكونات الغذائية بين الجبن والمأج.

٣- هناك توازن فى تبادل الأيونات بين ص⁺ ، كل⁻ فى المأج والأيونات فى الجبن.

٤- المأج يذيب جزئياً شبكة البروتين فى الجبن.

٥- المأج يضبط الفلورا الدقيقة للجبن أما الفلورا الدقيقة للسطح فأهميتها محدودة أو غير مهمة.

جدول (٩): متوسط تكوين بعض أنواع الجبن المعاملة بالمأج.

الجبن	الرطوبة	دهن فى المادة الجافة (٪)	البروتين الكلى (٪)	ص كل (٪)	رقم جـيد
فيتا	٤٨ – ٥٤	٤٨ – ٥٢		٤ – ٥	٤,٣ – ٤,٦
تيليميا	٥٥	٤٨ – ٥١		٣ – ٥	٤,٤ – ٤,٧
بجالو	٥٨ – ٦٠	٢٧ – ٣١	١٠ – ١٢	٣ – ٤	
برنزا	٥٨	٤٥ – ٥٠		٤ – ١٠	
دمياطى (طازج)	٦٠	٤٠		٨ – ١٠	٦,٦
دمياطى (٣ أشهر)	٥٤	٤٥ – ٥٠		٦ – ٨	٣,٧ – ٤,٢
حالومى	٣٥ – ٤٨	٣٨ – ٥٠	٢٤ – ٣٠	٣ – ٥	٥,٣ – ٦,١
مضفرة	٥٣ – ٥٤	١٧ – ٢٢	٢١ – ٢٤		٥,١

والتغيرات الحادثة هى:

نسبة الرطوبة: تنخفض نسبة الرطوبة فى الجبن المعاملة بالمأج أثناء التخزين ويتوقف ذلك على نسبة الرطوبة الأصلية ورقم جـيد وتركيز المأج ونسبة رطوبة الجبن فمثلاً الجبن الدمياطى يحدث خفض قدره ٥–١٠٪ فى الرطوبة أثناء التخزين.

المكونات النتروجينية nitrogenous constituents: بروتينات الجبن معرضة للتحلل البروتيني: α–ث–كازين يحلماً إلى درجة كبيرة بينما β و κ–p–كازين تتأثر بدرجة أقل وتزيد نسبة المكونات الذائبة ومنها الببتيدات والأحماض

الأمينية والأمويـــا ولكـــن تكويـــن الأميـــاب الحيويـة محـــدود.

دهن اللبن milk fat: الرينيت فى الجبن التقليدية إحتوت على ليبازات قبل معدية وفى الطرق الأحدث يضاف الليباز ولذا يحدث تحلل دهنى وتزداد محتويات الجبن من الجليسريدات الأحادية والثنائية بالتخزين مع تكون أحماض دهنية حرة. والأحماض الدهنية الطيارة بها نسبة عالية من حمض الخليك من تخمرات الفلورا الدقيقة.

لاكتوز lactose: الجبن المعاملة بالمأج الطازجة بها لاكتوز وتلك المخزونة فى شرش مملح متاح لها اللاكتوز أثناء التخزين وقد ذكر وجود جالاكتوز.

المعادن: ينقص محتوى الكالسيوم كنتيجة لتكون الحمض والتبادل الأيونى مع ص كل فى المحلول. وكذلك تنقص نسبة الفوسفات فى الجبن. والتغيرات فى ص$^+$ ، كل$^-$ تتوقف على:
١- تركيز المأج، ٢- محتوى ص كل الأصلى،
٣- إنخفاض فى رطوبة الجبن أثناء التخزين.

الفيتامينات: فيتامين أ ثابت ولكن ينقص الريبوفلافين وحمض النيكوتينيك للجبن المخزن فى صفائح.

مركبات النكهة الطيارة : الجبن المعاملة بالمأج تنتج مخلوطاً من أحماض دهنية قصيرة معظمها حمض خليك وإلى حد أقل ك٤-٨. وفى جبن فيتا تزداد الكحولات ومركبات الكربونيل فى التخزين الطويل.

الكائنات الدقيقة microbiology

فى الجبن الدمياطى يصل العد البكتيرى الكلى إلى أقصاه فى خلال أسبوع من التصنيع ثم ينخفض بسرعة. وفى جبن تيليميا ينخفض هذا الرقم بسرعة فى الشهرين الأولين وببطء أثناء التخزين الطويل. والكروية فى سلاسل streptococci سائدة فى المراحل الأولى لتخليل الجبن الدمياطى ثم يحل محلها اللاكتو القضيبية lactococci أو اللاكتو القضيبية والكروية الصغيرة micrococci فى المراحل الأخيرة من النضج. ويتوقف ذلك على مستوى ص كل فى الجبن وتنقص أعداد بكتيريا غير حمض اللاكتيك أثناء التخزين. والعد البكتيرى الكلى لجبن الفيتا مرشحة ترشيح فائق الدقة ومصنوعة إما بالتحميض المباشر أو بإستخدام المزارع عادة تكون أقل من الجبن التقليدية.

وقد وجدت أنواع البكتيريا الآتية فى جبن دمياطى جيد *Enterococcus faecalis* ، *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*، *Lactobacillus lactis*، *L. plantarum*، *L. casei*، *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

وقد عزلت من جبن تيليميا والدمياطى عدة أنواع من الخميرة بما فيها *Torulopsis*، *Pichia*، *Cryptococcus*، *Hansenula*، *Saccharomyces*، *Rhodotorula*.

ودور الفلورا الدقيقة فى تكون النكهة فى نضج الجبن غير واضح ولكن أستخدمت بادئات غير تقليدية لتكوين خصائص نكهة مرغوبة فى الجبن الدمياطى من بينها *Enterococcus faecalis* ، *Pediococcus* sp.

وفساد فيتا مرشحة ترشيح فائق الدقة يصحبه وجود *L. casei* ، *L. plantarum* ، *L. brevis* بأعداد كبيرة ويمكن التغلب عليه بإضافة نيسين.

وإنفجار الصفائح عيب فى الجبن المعاملة بالمأج وقد عزلت أشكال كولى من الجبن الدمياطى المتفجر بما فيها *Enterococcus aerogenes*. وإضافة أكثر من ٩٪ ص كل يمنع نمو أشكال كولى فى اللبن الدمياطى المصنع من لبن خام. والكلوستريديا والكروية الصغيرة micrococci توجد بأعداد قليلة فى الجبن الفيتا المرشح ترشيح فائق الدقة (أقل من ١٠/جم) ولكنها قليلة الجوهرية.

والكائنات المشابهة لـ *Nocardia* تسود فى الفلورا الدقيقة للجبن الدمياطى المصنع من لبن خام والذى يعانى من عيب مرغ السطح.

التركيب structure

يدل الفحص المجهرى الدقيق الأليكترونى لجبن الفيتا والدمياطى أن التركيب الداخلى للجبن الطازج يتكون من تجمعات كيزين كروية ترتبط مع بعضها بكبارى وتحصر بها هنا. وأثناء التخزين فى المأج تتكسر تجمعات الكيزين فى الجبن الدمياطى إلى جسيمات كروية أصغر مكونة تركيباً مفككاً. أما فى جبن الفيتا فجسيمات الكيزين تندمج coalesce كجسيمات مرتبطة مع بعضها مكونة كتل clumps أكبر مما فى الجبن الدمياطى. والتغير فى شبكة البروتين أثناء التخزين مسئول عموماً عن الجسم الناعم للجبن المعامل بالمأج المنضج. وهذه التغيرات غالباً تنتج عن ١- فقد جزئى للكالسيوم من شبكة الجبن إلى المحلول. ٢- التحلل البروتينى المستمر لـ α-ث-كيزين المعروف بدوره الهام فى ربط شبكة البروتين فى الجبن. (Macrae)

الكوارج و "الجبن الطازج"
Quarg & fromage frais

تاريخياً جبن خثرة اللاكتيك هى نواتج ثانوية لتصنيع الزبد أى أنها ناتجة من لبن فرز جزئياً.

الإنتاج production

اللبن milk: المادة الخام لمعظم الجبن الطازجة هى اللبن المفروز جزئياً ولكن بعض الأنواع تصنع من لبن كامل الدهن مجنس أو حتى من لبن مغنى بالدهن (حتى ١٢٪). وفى حالة سبيزيكوارك speisequark فمن العادة إضافة كميات من الكريمة إلى الخثرة ذات الدهن المنخفض بعد فصل الشرش. وبجانب اللبن تستخدم الآن كميات كبيرة من المخيض لإنتاج جبن طازجة ونظراً لأن الجبن الطازجة أغلبها له تلازج consistency طرى فإن لبن معاد التكوين من مسحوق محضر بحرارة منخفضة يمكن أن يكون مصدراً جيداً للمادة الخام ولكن بعض كا كل، يجب إضافته. وبعض أصناف الجبن اللاكتيكى تحضر من مخاليط لبن-شرش. وتتراوح معاملة اللبن حرارياً من صفر

إلى نسحين عالٍ تبعا للمنتج والتقنية المستخدمة. ولكن يجب تذكر أن الجبن الطازجة تحتوى كميات منخفضة من مركبات النكهة الخاصة وهى حساسة جداً للنكهات غير المرغوبة من اللبن المستخدم وفقط لبن خام من أحسن جودة ينتج جبناً طازجة لها نكهة لطيفة وخاصة.

التحميض acidification: بعض الجبن الطازجة (من البحر الأبيض المتوسط) تحضر بالتحميض المباشر بعصير ليمون أضاليا أو خل ولكن اليوم يستعمل حمض اللاكتيك وحتى حمض الفوسفوريك قد ذكر كَمُحَمِض. ولكن معظم الجبن الطرية تنتج بتحميض اللبن ببكتيريا حمض اللاكتيك أى بالتخمر. وفى البلاد الشمالية تستخدم البادئات المحبة للحرارة المتوسطة mesophilic وفى البلاد الشرقية oriental بجوها الدافىء تستخدم الكائنات الدقيقة المحبة للحرارة thermophilic أو حتى مزارع زبادى نقية.

وصناعياً تستخدم الجبن الطازجة سلالات منتقاة من *Lactococcus lactis* ، *Lact. lactis* subsp. *cremoris* لتكوين حمض اللاكتيك وأحياناً *Lact. lactis* biovar. *diacetylactis* أو *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* لتكوين مركبات النكهة. ولتجنب التحلل البروتينى والذى يسبب فقداً فى الإتاء وتبتدىء نكهات غير مرغوبة فإن *Lact. lactis* قد تزال من بعض البادئات المنتقاه.

ومع البادئات المحبة للحرارة (أمثل درجة حرارة ٤٣°م) فإنه من الأسهل تحديد التحميض فتستخدم *Lactobacillus acidophilus*. فالمزارع ذات التحميض المحدود - ليس أقل من جيد ٤,٨-٥,٠ - تنتج بواسطة (بيوجاردى ®Biogarde) يحتوى *Streptococcus thermophilus* ، *Lactococcus lactis* ، *Lac lactis* biovar. *diacetylactis*، *Leuconostoc mesenteroides*، subsp. *cremoris* *Lactobacillus acidophylus* وحتى *Bifidobacterium bifidum*. واللابانة labaneh واللابنة labneh وهى محبوبة فى الشرق الأوسط تحمض بواسطة بادئات الزبادى المحبة للحرارة. والبادئات المستخدمة بواسطة الصناعة يجب ألا تنتج غازاً (ك أ٢) وهذا يتجنب مشاكلاً فى خط الإنتاج خاصة فى الفاصلات. وعادة يضاف ٠,٥ - ١٪ بادىء اللبن على حوالى ٣٠°م. وعندما يصبح رقم جيد ٦,٣ بعد حوالى ١,٥ ساعة فقد يضاف الرينيت مع تقليب اللبن جيداً لتوزيع الإنزيم. وفى حوالى ١٦ ساعة يحصل على الحموضة المرغوبة وهى جيد ٤,٥ - ٤,٥٥ ولايقلب اللبن أثناء تكون الحمض. علماً بأن تكون الحمض يعتمد كثيراً على عوامل هامة وهذه جزء من تقنية الجبن غير المنضجة فى كل طريقة أو بلد.

تكون الخثرة والمعاملة curd formation & treatment: يستخدم الرينيت - إذا كان سيستخدم - بكميات صغيرة مثل ٠,٥ - ١,٠ مل/ ١٠٠ مل لبن للكوارج. وخثرات الكيزين الحمضية النقية حساسة للحرارة وأمثل درجة حرارة ٤٣°م ورقم جيد ٤.٣ لتصفية الشرش. وإذا إرتفعت درجة الحرارة عدة درجات فقط فإن الخثرة تصبح جافة

وملطخة smeary وبعد التقطيع فإنه فى الطرق التقليدية تعبأ الخثرات فى قماش جبن وتصفى على درجة حرارة الغرفة وبعد ذلك على درجات حرارة منخفضة (٤-٥°م) لعدة ساعات.

وفى حالة الخثرات الحمضية المعاملة بالرينيت فالتسخين حتى ٥٠ - ٥٥°م لمدة ١,٥ ساعة (جبن كوخ) أو حتى ٦٠ - ٦٤°م لمدة ٤-٥ق (كوارج) يحسن إندغام الجل فى الخثارة. ونظراً لهذه التأثيرات فجبن الكوخ يحضر فى شكل حبيبى وتغسل الخثرة ثلاث مرات بالماء على درجات حرارة متناقصة (٣٠°م ، ١٦°م، ٤°م) لإزالة اللاكتوز ولتثبيت رقم جيد وعمر الرف.

والطرد المركزى لخثرات الكوارج يجرى على حوالى ٤٠ - ٤٤°م. والترشيح فائق الدقة يجرى على نفس درجة الحرارة أو حتى على درجة حرارة أعلا. وتبريد الكوارج يحدث فى مبردات أنابيب خاصة. والمنتج ينقل خلال خط بالمضخات الموجبة. وفى نهاية الخط يوضع خلاط الكوارج لتغنية المنتج بالكريمة والملح والفواكه والمثبتات ... الخ. والجبن الطازجة تعبأ عادة فى حاويات لدائن أو برطمانات زجاج ... الخ مفضلاً تحت ظروف مطهرة aseptically. وبعض أنواع الجبن الطازجة ذات المحتوى العالى من المادة الجافة تباع فى رقائق صغيرة مستديرة. وهذا صحيح بالنسبة لجبن الكريمة عالية الدهن حيث تنتج من لبن مجنس ذى ١٠٪ أو أكثر دهن (مع ٩٪ دهن، الخثرة لها نفس الوزن النوعى للشرش بحيث أن الفصل بالطرد المركزى يكون مستحيلاً). واللبن المُحَمَض يسخن إلى ٨٠°م قبل الفصل ومحتوى المواد الصلبة الكلية فى الخثرة الساخنة المصفاه هو ٤٤٪ وبعد التمليح والتبريد يصبح كتلة لزجة viscous نظراً لتبلر الدهن.

منتجات مختلفة: جبن الكوخ يمثل أكثر الأنواع تركيباً فى الجبن اللاكتيكى فالخثرة الجافة dry curd (<٠,٥٪ دهن) تنتج من لبن فرز، وجبن الكوخ (دهن منخفض) يحتوى ٠,٥ - ٢٪ دهن وجبن الكوخ نفسها تحتوى >٤٪ دهن. وهى تنتج عادة بمعاملة الحبيبات بصفوة الكريمة. وهى مملحة قليلاً (١٪ ص كل) وعمر الرف لها تحت أسبوعين نظراً لعلو رقم ج يد وأحياناً يكون ماء الغسيل ذى جودة كائنات دقيقة فقيرة.

والكوارج يمكن الحصول عليها بنسب مختلفة من الدهن تبلغ حتى ٤٥٪ فى المادة الجافة. وبزيادة نسبة الدهن فإن التلازج consistency يتغير من متفتت crumbly جاف إلى ناعم ولكن هذا القوام يمكن أن يتأثر بالتقنية (مثل محتوى المادة الجافة ومحتوى الكيزين ومحتوى البروتين). والكوارج المرغاة تسمى بريسو Bresso والكوارج المخفوقة وليس بها أكثر من ١٥٪ مادة جافة هى جبن طازج مضروب صغير fromage frais battu maigre وجبن الخباز baker's يتميز بمحتوى مادة جافة عالٍ (٢٢ - ٢٦٪).

والخثرة اللاكتيكية؛ الجبن الطازج مع دهن عالٍ فى المادة الجافة هى جبن الكريمة (٧٠٪ دهن فى المادة الجافة) وبعض هذه المنتجات مثبتة بواسطة الأيدروغرويات مع تجنيس اللبن.

والجبن الطازج الإيطالى دو الدهن العالى مثل الماسكاربونى mascarpone (mascherpone) ينتج من كريمة كاملة الدسم وتسخن إلى ٩٠°م وتحمض بحمض السيتريك ويصفى الشرش علـى ٨ ـ ١٠°م لمدة ١٢ - ١٨ ساعة. وقد تبستر الكريمة (٤٠ - ٦٠٪ دهن) وتخلط باللبن المركز الآتى من الترشيح فائق الدقة وتحمض بحمض السيتريك فى تنكات مسخنة وبعد التقليب بعناية يعبأ المنتج ويخزن لمدة ١٢ ساعة فى مكان بارد حتى يتبلـر الدهن. وجبن الريكوتا حضر أولاً من لبن الشاة ewe بالتحميض المباشر للجبن المسخن ولكنه يحضر الآن من لبن البقر ويختلف التلازج من طرى إلى جاف وقد يملح وقد يدخن. والكويسوبلانكو Queso blanco تنتج بإرتباط بين الحرارة والحمض (٨٢°م ، جـ يد ٤,٦ - ٤,٧) ويستخدم حمض السيتريك وإن كان حمض الخليك هو الأكثر إنتشاراً ويمكن تحميرها بدون أن تنصهر وتستخدم فى تحضير الأكلات الخفيفة مع توابل صلصة الطماطم ويمكن تحسين الخواص العضوية الحسية بإستخدام بادئات الزبادى بدلاً من البادئـات المحبة للحرارة المتوسطة وتبلغ نسبة الرطوبة ٥٠ - ٥٤٪. أما بادئات الزبادى فتستخدم فى إنتاج اللابانة واللابنة واللابانات هى خثرة حمض نقية من لبن فرز ويمكن تخزينها لمدة طويلة فى زيت زيتون وتخثر اللابنة من لبن كامل (الكريمة) بالتحميض والتخثير بالرينيت وتبلغ نسبة المواد الصلبة ٤٠٪.

والجبن السويسرى زيجر zieger كان يحضر بتسخين الشرش المحمض وهو يحضر الآن من مخاليط من اللبن والشرش أو حتى من اللبن المفرور وهى جبن أبيض أو أصفر بعض الشىء ويمكن بسطه وطرى مفتت crumbly.

(Macrae)

❖ الجبن المعامل processed cheese

فساد الجبن الطبيعى كان وراء محاولة تحسين عمر الرف له وبعض هذه المحاولات تجمعت فى إطالة عمر الرف للجبن الطرى وحتى الجبن نصف الجاف بإستخدام المعاملة الحرارية ولكن بالنسبة للجبن الجافة فإن بروتين الجبن إنكمش بالحرارة وحدث فصل لأطوار الماء والدهن ولكن بتسخين الجبن الجاف مع سترات الصوديوم نجحت العملية وكانت أصلاً للجبن المعامل حيث أستخدمت أملاح الصوديوم بعد ذلك كأملاح للإستحلاب.

وإنتاج الجبن المعامل يؤثر على إنتاج منتجات اللبن مباشرة أو بطريق غير مباشر بعدة طرق:

١- تشجع على إنتاج الجبن كأساس لتصنيع الجبن المعامل.
٢- يجعل من الإمكان إستخدام جبن درجة ثانية أو جبن له عيوب ميكانيكية أو سطحية.
٣- فى قمة إنتاج الجبن فإنه يمكن طبخها وتخزينها حتى تستخدم فى الجبن المعامل وبهذا يمكن ضبط نضج وتوفير تكاليف تخزين الجبن الطازج لمدد طويلة فى مخازن مكلفة.

ونواتج الجبن المعامل لها عدة مميزات على الجبن الطبيعى:

١- فى معظم الأحيان يمكن تخزين الجبن المعامل بدون تبريد.

٢- الجبن المعامل يمكن تقديمه فى أشكال مختلفة ونكهات مختلفة وخواص طبيعية مختلفة فمثلاً طرى ومتماسك ويمكن بسطه وفى عبوات مختلفة جذابة وله عمر رف طويل نسبياً.

٣- أنها خالية من الكائنات الدقيقة الممرضة.

طبيعة ونوع الجبن
nature & type of processed cheese

تنتج الجبن المعامل بتسخين الجبن الطبيعى من مختلف الأنواع والأعمار والنضج فى وجود أملاح إستحلاب مناسبة ومع مساعدة من التقليب الميكانيكى. وفى عمل الجبن المعامل فإن جل الباراكيزين غير الذائب فى الجبن الطبيعى يتحول بتأثير الحرارة وعمل المستحلبات والتقليب إلى صل sol باراكيزين وهذه كتلة متجانسة وتنساب. والصل يتحول مرة أخرى إلى جل بتأثير قوى التبريد والتبلر وبفهم دور العوامل المختلفة المتصلة بتصنيع الجبن المعامل فإنه من الممكن ضبط وإختبار الخواص فى المنتج النهائى، فمتماسك وطرى ويمكن عمل شرائح منه ويمكن بسطه ... الخ.

ويمكن تجميع الجبن المعامل فى ثلاثة أنواع رئيسية:

١- جبن معامل مبستر pasteurized processed cheese: يصنع من واحد أو أكثر من لوطات الجبن من نفس النوع أو من أنواع مختلفة ويمكن إضافة ماء وملح ومواد ملونة ومواد منكهة إليه. ومحتوى الرطوبة فى الجبن المعامل يجب ألا يزيد عن ١٪ عن الحد الأقصى المسموح به فى الجبن الطبيعى المصنوعة منه بينما محتوى الدهن يجب ألا يقل عن ذلك الخاص بالجبن الطبيعى المصنوعة منه. والجبن المعامل يحمل إسم الجبن الطبيعى المصنعة منه. وتختلف درجة حرارة المعاملة من ٨٠°م إلى ٨٥°م ورقم جـ$_{يد}$ فى الناتج النهائى يتراوح مابين ٥,٤ إلى ٥,٦ . والجبن المعامل الجيد له جسم ناعم مضموم compact ومتماسك ويمكن تقطيعه إلى شرائح.

٢- أغذية جبن معامل مبستر pasteurized processed cheese foods: غذاء الجبن المعامل يشبه الجبن المعامل المشروح أعلاه ولكنه يحتوى على رطوبة أكثر ودهن أقل. ومكونات إختيارية يمكن إضافتها بما فيها شرش جاف ولبن فرز جاف ولاكتوز وأحماض عضوية. ونسبة الرطوبة يجب ألا تزيد عن ٤٤٪ ومحتوى الدهن يجب ألا يقل عن ٢٣٪. ودرجة حرارة المعاملة عادة ٨٥-٩٠°م ورقم جـ$_{يد}$ فى المنتج المعامل هو ٥,٦ - ٥,٨. وغذاء الجبن المعامل له جسم أطرى ونكهة أخف عن الجبن المعامل.

٣- مادة بسط جبن معامل مبستر pasteurized processed cheese spread: مكونات مادة بسط جبن معامل مبستر تشبه تلك المستخدمة فى عمل غذاء الجبن المعامل ولكنها تحتوى رطوبة أكثر من أجل الحصول على جسم طرى مع خواص البسط. وفى كثير من المقاييس يجب ألا يزيد محتوى الرطوبة عن ٦٠٪ والدهن يجب ألا يقل عن ٢٠٪. وهذا الجبن عادة يعامل على درجة

حرارة عالية (٨٥ - ٩٥°م) فى الحلل التقليدية traditional cookers وله رقم جهد مابين ٥,٦ - ٥,٩. ويمكن إضافة عوامل الربط بكميات لاتتعدى ٠,٨٪ من الناتج النهائى لتحسين الإحتفاظ بالماء. ويميزها رائحة خفيفة ونعومة وجسم طرى يسهل بسطه عند درجة حرارة الغرفة.

ونوع جديد من الجبن المعامل صنع حديثاً وسمى تقليد الجبن المعامل imitiation processed cheese فيتم إحلال كازينات وبروتينات نباتية مثل بروتين فول الصويا وزيت نباتى مناسب محل الجبن الطبيعى والدهن. وظروف المعاملة هى مستحلبات ودرجة حرارة تسخين ورقم جهد مماثلين لما ذكر فى مادة بسط جبن معامل.

وحدود الرطوبة والدهن فى الجبن المعامل كلها مرنة وقد تختلف من بلد إلى آخر تبعاً للمقاييس المتبعة.

• المواد الخام فى المعاملة
raw materials for processing cheese الجبن

يجب مراعاة نوع الجبن ودرجة النضج فى إختيار الجبن للمعاملة.

نوع الجبن type of cheese: عموماً كل الجبن المخثرة بالرينيت أى الجبن الطرية ونصف الجافة والجافة تصلح لعمل الجبن المعامل ولكن عادة لايستخدم إلا الجافة ونصف الجافة بينما تستخدم الطرية للتنكيه. والجبن المنتقاة يجب فحصها للمادة الجافة والدهن ومحتوى البروتين والعمر ودرجة النضج وفى كثير من البلاد تفضل جبن الشيدر. ويمكن إستخدام نوع واحد من الجبن ولكن فى العادة يستخدم أكثر من نوع بغرض إعطاء الجسم المرغوب والقوام والنكهة للناتج النهائى. ويلزم جبن جيد طبيعى لإنتاج جبن عالى الجودة من الجبن المعامل ويمكن إستخدام جبن درجة ثانية أو جبن به عيوب ميكانيكية ولكن الجبن الزنخ أو ذى الرائحة الزنخة يجب ألا يستخدم حتى بكميات صغيرة لأن العيب سيظهر فى الجبن المعامل.

درجة النضج degree of ripening: يمكن تجميع الجبن الجافة تبعاً لدرجة النضج فى:

١- جبن صغير أو أخضر عمره ١-٢ أسبوع.
٢- جبن متوسط الإنضاج عمره ٢-٤ شهر.
٣- جبن منضج عمره أكثر من ٤ أشهر.

وتختار جبن طبيعية ذات درجات مختلفة فى النضج لكى تعامل للحصول على التكوين المطلوب والخواص الفيزيقية والنكهة فى الجبن المعامل. والجبن الصغير به كازين مرتفع المستوى لأن معظم كيزين الجبن لم يتكسر إلى مركبات ذائبة. وتسمى نسبة نتروجين الكيزين غير الذائب إلى النتروجين الكلى "الكيزين النسبى relative casein" وكلما إرتفعت نسبة الكيزين النسبى (٩٠ - ٩٥٪ فى الجبن الصغير) كلما كان الناتج أكثر ثباتاً. فمعاملة الجبن الصغير ينتج عنه جبن معامل له تركيب طويل long structure والجسم يميل إلى أن يكون ناعماً أو متماسكاً تبعاً لمحتوى الرطوبة. ومن الصعب إستخدام جبن صغير فقط فى المعاملة حيث أنه ينتج عنه جبن معامل ذى نكهة "تفه/عديم النكهة flat" . ومع ذلك فيمكن تغيير التركيب الطويل للجبن الصغير بفعل عدة عوامل

أثناء المعاملة وهذه العوامل تعود إلى إستخدام أملاح إستحلاب مناسبة لمهاجمة البروتين مع تقليب شديد على مدة طويلة من الزمن أثناء العملية الحرارية. وتغيير التركيب الطويل للجبن الصغير إلى تركيب قصير ذى مقدرة بسط جيدة يعرف بإسم الكريمية creaming وأثناء عملية الكريمية فإن التجمعات الغروية/المذيلات micelles للكيزين – ولها تميؤ منخفض فى الجبن الصغير– تنقسم إلى تجمعات غروية/مذيلات صغيرة للكيزين ويكون لها مساحة سطح أكبر وكذلك تميؤ وبالتالى مقدرة بسط أحسن. وعلى ذلك فالجبن الصغير – إذا أحسنت معاملته – يكون جيداً كأساس أصلى لعمل مادة بسط جبن معامل processed cheese spreads تحتوى مستويات عالية من الدهن فى المادة الجافة (٦٠ – ٧٠٪). كما تحتوى الجبن الصغير أيضاً على مستوى عالٍ من الكيزين اللازم لثبات الدهن. وقد ذكر أن الجبن المعامل الثابت يجب ألا يحتوى على أقل من ١٢٪ كيزين سليم. وكلما تقدم نضج الجبن الطازج كلما نقص محتوى الكيزين النسبى relative casein كنتيجة لتكسر البروتين وبالتالى فإن جبناً منضجاً كاملاً يضاف عادة إلى خليط الجبن المعامل (١٠ – ٢٠٪) لكى يعطى فقط النكهة المرغوبة. ومن الصعب جداً إستخدام جبن منضج كامل كأساس رئيسى فى المعاملة حيث أن الكيزين السليم قد حدث له تكسير ولايستطيع أن يعطى مستحلباً ثابتاً.

والجبن متوسطة الإنضاج تخلط عادة مع جبن صغير بنسب مختلفة لعمل مادة بسط جبن معامل.

وإذا أستخدمت نسبة عالية من جبن متوسطة الإنضاج فى عمل خليط مادة بسط جبن معامل فليس هناك حاجة للمعاملة الشديدة لتحقيق خواص الكريمية الضرورية لأن الكيزين السليم – إلى حد ما – تم تكسره. ونسب مختلفة من جبن صغير ومتوسط وكامل النضج قد أستخدمت فى تصنيع منتجات الجبن المعاملة. وهذه النسب ليست إرقاماً ثابتة وقد تختلف تبعاً للنوع والخواص وتكوين الجبن الطبيعى. وقد تختلف أيضاً فى وجود منتجات ألبان أخرى مثل مسحوق اللبن أو الشرش والجدول (١٠) يعطى بعض الخلطات. وتخزين الجبن للنضج مكلف نسبياً ولذا تمت محاولات كثيرة لجعل الجبن الصغير أو حتى خثرة الرينيت مناسبة للمعاملة بعد بضعة أيام أو أسابيع من التصنيع. وإضافة إنزيمات محللة للدهن و/أو إنزيمات بروتيوليتية قد تمت محاولته كما تم محاولة طبخ الخثرة فى محلول حمض اللاكتيك. وقد أمكن إستخدام جبن جاف على رقم $جـ_{يد}$ منخفض (٤,٨ – ٥,٠) وأستخدم الجبن بعد عدة أيام من التصنيع كالقاعدة الأساسية لمادة بسط جبن معامل جيد. والغرض كان إطلاق الكالسيوم من الخثرة وقد أستخدم ذلك تجارياً.

جدول (١٠): خلطات مقترحة من الجبن الطبيعية لإنتاج الجبن المعامل.

الجبن المعامل	جبن طبيعى (٪)		
	صغير	متوسط النضج	كامل النضج
كتلة	٥٠ – ٦٠	٢٠ – ٣٠	١٠ – ٢٠
غذاء	٣٠ – ٤٠	٥٠ – ٦٠	١٠
مادة بسط	٥٠ – ٦٠	٣٠ – ٤٠	١٠

المستحلبات emulsifiers

الجبن الطبيعي أساساً عبارة عن مستحلب زيت في ماء مشت بواسطة بروتين الجبن. والتسخين والتقليب أو تغيير رقم pH يؤثر على البروتين الذى ربما يفقد كل أو جزء من مقدرته للتأثير على الثبات ويحدث القوام المعيب وإنفصال الماء والدهن. وفي وجود الأملاح المستحلبة فإن الماء والدهن المنفصلين يدخلان مرة ثانية في كتلة الجبن مما ينتج عنه مخلوط متجانس. وفعل الأملاح المستحلبة (أملاح الإنصهار melting salts) يمكن أن تلخص في:

١- إزالة الكالسيوم من النظام البروتيني.

٢- تكسير وتشتت البروتين.

٣- تميؤ وإنتفاخ البروتين.

٤- ضبط وتثبيت نظام المستحلَب ورقم pH للجبن.

٥- ضبط فساد الجبن.

والأملاح المستحلبة المستخدمة على نطاق واسع هي أملاح الصوديوم للسترات والفوسفاتات الأحادية والثنائية والعديدة كما يستخدم أيضاً فوسفات الصوديوم والألومنيوم ومن العادة إستخدام مخلوط من أملاح الإستحلاب بدلاً من إستخدام ملح واحد والكمية المستخدمة ٢-٣٪ وتتوقف على نوع ونضج وكمية الجبن الطبيعي في المخلوط.

الماء water

الماء مهم جداً لإنتاج مستحلَب ثابت. وأملاح الإستحلاب تحتاج للماء لتذوب وتعمل جيداً في الكيزين. والماء يضاف لإعطاء المخلوط محتوى الماء المطلوب في الجبن المعامل وفي حساب كمية الماء فيجب ملاحظة أنه عند التسخين وحقن البخار يضاف جزء من الماء المكثف للمخلوط والماء إما أن يضاف عند بدء المعاملة كما في حالة كتل الجبن المعامل أو على حصص portions كما في مادة الجبن المعامل للبسط وإضافة جزء فقط من الماء عند بدء المعاملة يزيد تركيز وفعل المستحلبات على الكيزين.

المضافات additives

قد تضاف مكونات إلى مخلوط الجبن المعامل لأسباب إقتصادية أو لتحسين عمر الرف وجودة الجبن المعامل ومنها:

لبن فرز مجفف وشرش مجفف dried skim milk & dried whey: يمكن إضافة لبن فرز مجفف أو شرش مجفف ليحل محل المواد الصلبة في مخلوط غذاء الجبن المعامل أو مادة بسط الجبن المعامل. وكلاهما يحسن عملية الكريمية creaming ويحسن مقدرة البسط ولكن الكمية يجب ألا تزيد عن ١٠٪ من المخلوط لتجنب مذاق حلو-ملحي - خاصة عند إستخدام جبن صغير - ولمنع الإسمرار browning والتبلر نظراً للاكتوز الزائد في الجبن المعامل.

الدهن fats: يضاف دهون إلى المخلوط لزيادة محتوى الدهن في المادة الجافة في الجبن المعامل ويمكن إستخدام كريمة أو زيت في مادة بسط الجبن المعامل الذى له جوامد صلبة كلية معينة فزيادة محتوى الدهن يسبب نقصاً في

الجوامد غير الدهنية (ج.غ.د SNF) في المخلوط وبالتالي فيجب إستخدام جبن صغير ذى كيزين عالٍ سليم كقاعدة أساسية لإعطاء مستحلَب ثابت كما يمكن إستخدام الكيزينات. وأملاح الإستحلاب المستخدمة في الجبن المعامل ليس لها تأثير مباشر على الدهن.

الجبن سابق الطبخ precooked cheese: يستخدم الجبن سابق الطبخ لتحسين ثبات الجبن المعامل وهى تنتج عند قمة إنتاج الجبن عادة عندما يكون هناك جبن زائد عن مقدرة غرف الإنضاج أو عندما يكون هناك جبن لايصلح للإنضاج. والجبن سابق الطبخ المصنوع من جبن صغير له تركيب طويل ويمكن إضافته إلى مخلوط الجبن المعامل المحتوى على جبن زائد النضج لتحسين الثبات. والجبن سابق الطبخ المصنوع من جبن ناضج له تركيب قصير ويمكن إستخدامه لتحسين الخاصية الكريمية لمادة بسط جبن معامل. وكمية الجبن سابق الطبخ المضافة للمخلوط تختلف تبعاً لدرجة نضج الجبن في المخلوط ونوع الجبن المعامل الجاري تصنيعه.

مواد التنكيه flavoring materials: تضاف مواد التنكيه لإعطاء نكهة خاصة للجبن المعامل أو لتحسين النكهة خاصة عند إستخدام جبن صغير. ومن بين هذه المواد اللحم والهام والنبيذ والفاكهة والتوابل والأسنس وهي يجب أن تكون خالية من الكائنات الدقيقة وهذا يمكن أن يتم بالمعاملة الحرارية قبل إضافتها للمخلوط والخواص الفيزيقية للجبن المعامل لاتتأثر بهذه المضافات.

عوامل الربط binding agents: عوامل الربط أو المثبتات تضاف أحياناً لمادة بسط الجبن المعامل لإمتصاص بعض الماء ولتحسين ثبات الجبن وإذا سمح بإستخدامها فيجب ألا تزيد عن ٠,٨٪ من الجبن المعامل ومن هذه المواد الصمغ العربي وصمغ الخروب والجيلاتين والبكتين والكربوكسي ميثيل سيليولوز والآجار.

المواد الحافظة/العطان preservatives: تمنع كثير من البلاد إستخدام المواد الحافظة ولكنها تضاف للتغلب على إنفجار الجبن المعامل ومنها أحماض البنزويك والسوربيك وقد يستخدم النيسين (مادة بيولوجية) لمنع نمو مكونات الجراثيم اللاهوائية (كلوستريديا clostridia) وهى السبب الرئيسي في إنفجار الجبن المعامل.

إنتاج الجبن المعامل
manufacture of processed cheese

تتبع الخطوات الآتية:

إختيار وحساب المواد الخام selection & calculation of raw materials: يراعى عاملان هامان في إختيار الجبن للخلط: ١- خواص الجبن الطبيعي أي النوع والعمر والنضج ورقم ج.د والدهن والمواد الصلبة والخواص الطبيعية. ٢- الخواص المرغوبة في الجبن المعامل أي التماسك firmness وقابلية البسط ...الخ. وكمية الجبن والمكونات الأخرى في المخلوط تحسب تبعاً لمحتوياتها من الدهن والمادة الجافة حتى ينطبق المنتج لنوع الجبن المعامل الخاص.

التنظيف cleaning: تنظف الجبن الجاف ونصف الجاف قبل إستخدامها فتزال القشرة الجافة جداً أو مواد اللف المستخدمة فى تغطية الجبن غير ذى القشر أو المواد المستخدمة فى تغطية عيوب السطح إما يدوياً أو ميكانيكياً.

التقطيع والطحن cutting, mincing & milling: تقطع الجبن يدوياً أو ميكانيكياً بإستخدام سكاكين خاصة إلى شرائح صغيرة تصلح للطحن فتطحن أو تقطع إلى حبيبات صغيرة وهذه تطحن فى مطاحن بكر لجعلها طرية وناعمة وخالية من الجسيمات الصلبة الصغيرة وهذا يساعد أملاح الإستحلاب فى الإتصال بالجبن ويساعد على إمتصاص الماء وإنتشار بروتين الجبن.

المعاملة processing: يوضع الجبن المطحون والمكونات الأخرى فى المخلوط فى حلة المعاملة ويجرى التسخين إما بحقن البخار أو بطريقة غير مباشرة إلى درجة حرارة عادة لاتقل عن ٧٥°م لضمان البسترة الكاملة للجبن المعامل. ويجب التقليب أثناء التسخين للإستحلاب الكامل لخليط الجبن. والحلل إما تعمل بطريقة الدفعات أو بإستمرار. وعادة تتكون الحلة من طاجنين pans ومُعَدَة بغطاء يمكن تحريكه ويحمل مقلباً وفوهات حقن البخار وأنابيب فراغ ومقياس gauge لدرجة الحرارة والضغط. وعندما تجرى المعاملة فى أحد الطاجنين pans فإن الآخر يتم إدخال المواد الخام إليه.

ودرجة الحرارة ومدة المعاملة يحددها نوع الجبن المعامل وحالة الجبن الطبيعى فى المخلوط. وعادة يحتاج إلى ٢-٤ق للوصول إلى درجة حرارة المعاملة ثم يحتفظ به على درجة حرارة ثابتة لمدة ٥-١٠ق. وكتل الجبن المعامل تعامل على ٨٠ - ٨٥°م لمدة ٨ - ١٥ق، ومادة بسط جبن معامل على ٨٥ - ٩٥°م لمدة ٨ - ١٥ق فى الحلل التقليدية. ومدة المعاملة تتوقف على التقليب ومع حلل ستيفن Stephen kettles المجهزة بمقلبات سريعة جداً يكفى التقليب لمدة ٤-٥ق لمادة بسط الجبن المعامل. وفى بعض الحلل تجرى المعاملة تحت ضغط على ١٣٠ - ١٤٠°م لمدة عدة ثوان.

التجنيس homogenization: التجنيس خطوة إختيارية تستخدم مع مادة بسط الجبن المعامل خاصة تلك المحتوية على دهن بنسبة عالية وتجرى مباشرة بعد المعاملة. وهى تحسن التلازج والثبات ومظهر الجبن المعامل. ويجب تجنب التلوث أثناء التجنيس.

التعبئة packaging: الكتلة الساخنة المنسابة من الجبن المعامل تنقل يدوياً فى جرادل صلب غير قابل للصدأ أو بواسطة مضخات خاصة لمكن الملء والإحتفاظ بالجبن المعامل ساخنة فى مكن القفل يسهل لحام مواد التعبئة. والجبن المعامل يعبأ فى رقائق ألومنيوم رفيعة مغطاه بلك lacquer خاص أو فى أغشية لدائن أو صفائح tins وهى تختلف فى الأشكال والأوزان من ٣جم إلى ٣ كجم.

التخزين storage: بعد التعبئة مباشرة تكون درجة حرارة الجبن المعامل ٤٠-٦٠°م ولكن يجب تبريدهما إلى درجة حرارة الغرفة فى وقت يختلف حسب نوع الجبن المعامل. فمادة بسط الجبن المعامل يجب تبريدها بسرعة (٣٠ - ٦٠ق) لمنع ظاهرة الكريمية وإلا حدث فوق كريمية التى تسبب إنفصال الدهن والماء وحدوث قوام معيب. وفى كتل الجبن المعامل تأخذ وقتاً أطول (١٠ - ١٥ ساعة) ولكن إذا حدث تبريد ببطء ففى وجود اللاكتوز يحدث إسمرار وتماسك الجبن وقد يُسْمَح بنمو الكائنات الدقيقة المكونة للجراثيم. ثم بعد التبريد تحفظ على ٥-١٠°م ويحسن حفظ الجبن المعامل أعلا من صفر°م لمنع التجمد وتحت ٢٠°م وإلا نمت الكائنات الدقيقة الباقية خاصة الكلوستريديا وتسبب عيوباً.

عيوب الجبن المعامل

defects in processed cheese

أهم العيوب هى تلك الناتجة عن الكائنات الدقيقة وكذلك العيوب الفيزيقية-الكيماوية.

العيوب الناتجة عن الكائنات الدقيقة: العيوب الناتجة عن الكائنات الدقيقة تتصل بإنفجار الجبن المعامل كنتيجة لتكون غاز بواسطة مكونات الجراثيم اللاهوائية (كلوستريديا). والقوام الاسفنجي والرائحة السيئة دلائل على تلوث ثقيل بالكلوستريديا. كما قد يظهر نمو فطرى على سطح العبوات المقفلة برداءة ومع ذلك فإستخدام مواد خام ذات جودة جيدة للكائنات الدقيقة (خالية منها) وكذلك إضافة مواد مضادة للكائنات الدقيقة يمكن أن يقلل أو يمنع هذه العيوب.

العيوب الفيزيقية الكيماوية defects of physiochemical origin: كتلة متماسكة جداً تنتج عن: ١- محتوى رطوبى منخفض. ٢- محتوى كيزين مرتفع. ٣- خطأ فى إستخدام المستحلبات. ٤- فوق كريمية قوية. ٥- رقم $ج_{يد}$ منخفض. أما الكتلة الطرية جداً فتنتج عن: ١- إرتفاع محتوى الرطوبة. ٢- مستحلبات غير مناسبة أو غير كافية. ٣- رقم $ج_{يد}$ مرتفع جداً. ٤- المعاملة الزائدة. ٥- إضافة مسحوق لبن أو شرش. ٦- زيادة فى إستخدام جبن ناضج زائد.

أما الجبن غير المتجانس فهو نتيجة: ١- طحن غير كاف خاصة للجبن ذى القشرة الصلبة. ٢- زمن معاملة غير مناسب أو درجة حرارة غير مناسبة أو تقليب غير مناسب. ٣- مستحلبات غير كافية أو غير مناسبة. ٤- إستخدام مواد خام ذات رقم $ج_{يد}$ منخفض جداً خاصة خثرة أو جبن مرسب بالحمض.

ومادة البسط الشبيهة بالصمغ يمكن أن تنتج عن: ١- إستخدام زائد لجبن صغير. ٢- معاملة غير كافية لتحقيق الكريمية. ٣- غياب الجبن منزوع الكريمة سابق الطبخ. ٤- إضافة كل الماء فى وقت واحد.

أما "مادة بسط لصِقَة sticky spread" فمصطلح يستخدم عندما تلتصق الجبن المعامل برقائق الألومنيوم وقد يرجع إلى: ١- زيادة محتوى الرطوبة أو إضافة الماء مرة واحدة. ٢- الخليط يحتوى كثيراً جداً من الجبن الصغير. ٣- لم يحدث كريمية مناسبة. ٤- إضافة جبن سابق الطبخ عديم الكريمية. ٥- الكيزين السليم فى الخليط لم يكن كافياً.

أما مادة البسط القصفة brittle فتنتج عن. ١- فوق كريمية أثناء المعاملة. ٢- إضافة جبن سابق الطبخ وفوق كريمى بكمية كبيرة. ٣- إنخفاض رقم جيد بعد المعاملة او أثناء التخزين.

تكون الغاز gas formation: كنتيجة لتفاعل كيماوى بين رقائق الألومنيوم والجبن فإن الأيدروجين الناتج يمكن أن يسبب ثغور غاز على سطح الجبن بدون تكون رائحة. وهذا العيب يمكن أن ينتج إما عن غياب اللك أو إستخدام لك سيىء الجودة أو إستخدام ملح إستحلاب إما حمضى جداً أو قلوى جداً.

الإسمـــرار (تفاعل مايارد Maillard reaction) browning: الجبن المعامل العادى له لون مابين الأبيض والأصفر الباهت والإسمرار قد يحدث مباشرة بعد المعاملة أو أثناء التخزين نتيجة تفاعل مركبات الأميبو مع السكريات المختزلة وقد ينتج هذا العيب عن: ١- إستخدام درجة حرارة عالية جداً لمدة طويلة خاصة فى وجود اللاكتوز. ٢- تخزين الجبن المعامل على درجة حرارة عالية خاصة إذا كان جيد عالٍ. وهذا العيب أكثر فى مادة بسط الجبن المعامل عن الجبن الكتلة block type.

التبلر crystallization: التبلر عيب يمكن رؤيته داخل أو على سطح الجبن فيظهر قوام "رملى sandy" وينتج عن: ١- ترسيب أحادى فوسفات الكالسيوم أو ثنائى فوسفات الكالسيوم أو عديد فوسفات الكالسيوم او السترات خاصة إذا أستخدم زيادة من المستحلب. ٢- جسيمات غير دائبة من المستحلب إما بسبب عدم تخزين جيد للمستحلب أو عدم معاملة جيدة. ٣- إستخدام جبن سابق الطبخ له قوام رملى sandy. ٤- ترسيب بلورات اللاكتوز كنتيجة للبن مجفف زائد أو شرش زائد فى المخلوط. ٥- إستخدام جبن ناضج جداً ينتج عنه رواسب بيضاء لأحماض أمينية مثل التيروسين.

إنفصال الماء water separation: قد يأخذ إنفصال الماء شكل نقيطات صغيرة داخل الجبن أو إبتلال سطح الجبن وتنتج عن: ١- إنخفاض رقم جيد جداً فى الجبن المعامل. ٢- تغيرات فى تركيب الجبن (فوق كريمية). ٣- ظروف تخزين غير مناسبة مثل الجبن يتعرض لضغط ميكانيكى.

إنفصال الدهن fat separation: ينتج عـــن: ١- إستخدام جبن ناضج زائد. ٢- المستحلبات أما غير كافية أو زائدة عن الحاجة. ٣- إنخفاض رقم جيد جداً فى الجبن المعامل. ٤- تخزين الجبن لمدة طويلة على درجة حرارة عالية.

عيوب النكهة flavor defects: من أمثلتها الأكثر شيوعاً: ١- نكهات حاذقة sharp flavors نتيجة إستخدام جبن ناضج أزيد عن اللازم. ٢- إنعدام النكهة/ تَفِه flat نتيجة إستخدام جبن صغير زائد جداً. ٣- مذاق ملحى نتيجة إستخدام جبن مالح أو زيادة المستحلبات. ٤- مذاق عَفِن putrid نتيجة إستخدام جبن عفن أو نمو الكلوستريديا. ٥- مذاق

زنخ rancid نتيجة إستخدام جبن زنخ و/أو زبد أو جبن منضج بالفطر. ٦- مذاق كيماوى نتيجة إستخدام مستحليات غير نقية أو إضافة مواد حافظة أو مثبتات أو إستخدام جبن مالح جداً.
(Macrae)

• الأهمية الغذائية dietary importance

العملية المستخدمة فى صناعة الجبن تميل إلى تحديد قيمتها الغذائية.

الجبن الجافة hard cheeses

الجبن الجافة مثل الشيدر والشيشاير تحتفظ بمعظم البروتين والدهن والكالسيوم ومختلف المعادن وكذلك الفيتامينات مثل فيتامين أ والريبوفلافين وفيتامين ب١٢ (الجدول ١١).

وتحتوى الجبن الجافة على قليل جداً من اللاكتوز فهو إما يفقد فى الشرش أثناء صناعة الجبن أو يتحول إلى حمض لاكتيك. والبروتين الرئيسى فى الجبن هو الكيزين وهذا ذو جودة عالية ويحتوى جميع الأحماض الأمينية الضرورية بالنسب المطلوبة لصحة الجسم. والمعادن متاحة إتاحة عالية بيولوجياً فهى تمتص وتستخدم جيداً وذلك كالكالسيوم والزنك. والجبن منخفض الدهن يحتوى على نصف الدهن الموجود فى الجبن العادى ويستمر هذا النوع كمصدر قيم للمغذيات الضرورية.

الجبن الطرية

تختلف كثيراً فى التكوين الغذائى ويتوقف ذلك على إذا ما كانت تنتمى للأصناف المنضجة أو غير المنضجة. فالجبن غير المنضجة الطازجة مثل جبن الكوخ منخفضة الدهن ونسبياً منخفضة فى الكالسيوم وعالية فى الرطوبة وتحتوى لاكتوزاً غير مخمر. ويوجد أيضاً أصناف منخفضة الدهن. بينما الجبن المنضج بالفطر على السطح مثل البراى أو الكاممبرت يحتوى نسباً عالية من الدهن والبروتين وهى أقل فى الماء (الجدول ١٢) وعلى دهن أقل من الجبن الجاف كما يوجد الملح الذى يحفظ الجبن ويساعد على إظهار النكهة.

الجبن من لبن غير مبستر
cheese from unpasteurized milk

يعتقد البعض أن الجبن المصنع من لبن غير مبستر له نكهة ممتازة وإذا صنع من لبن أتى من مزارع لها مقاييسها العالية بحيث يكون خالياً من الممرضات وأن معمل الكريمة يعمل بنفس المقاييس العالية فإن الجبن الناتج لايكون خطراً على الصحة.

التيرامين فى الجبن tyramine in cheese

تحتوى بعض الجبن على مشتق حمض أمينى: التيرامين مثلما فى النبيذ الأحمر وبعض الطرائد hung game والرنجة ومستخلصات الخميرة فيوجد فى الشيدر والركفور والجروبير. والتيرامين قد يحدث صداعاً migraine وطفح على الجلد وهذا يحدث فى الأشخاص الذين يأخذون أدوية تمنع إنزيم أكسيداز أحادى الأمين الذى يؤيض التيرامين.

جدول (١١): التكوين الكيماوى لكل ١٠٠جم من بعض الجبن الجافة.

		شيدر إنجليزى	شيشاير	ستيلتون أزرق	إيدام	شيدر منخفض الدهن
الطاقة	(كيلو سعر)	٤١٢	٣٧٩	٤١١	٢٢٩	٢٦١
	كيلو جول)	١٧٠٨	١٥٧١	١٧٠١	٩٥٧	١٠٩١
بروتين	(جم)	٢٥,٥	٢٤,٠	٢٢,٧	٣٢,٦	٣١٥
كربوايدرات	(جم)	٠,١	٠.١	٠,١	آثار	آثار
سكريات	(جم)	٠.١	٠,١	٠,١	آثار	آثار
دهن	(جم)	٣٤,٤	٣١,٤	٣٥,٥	٢٥,٤	١٥,٠
مشبع	(جم)	٢١,٧	١٩,٦	٢٢,٢	١٥,٩	٩,٤
وحيدة عدم التشبع	(جم)	٩,٤	٩,١	١٠,٣	٧,٤	٤,٤
عديدة عدم التشبع	(حم)	١,٤	٠,٩	١,٠	٠,٧	٠,٤
صوديوم	(مجم)	٦٧٠	٥٥٠	٩٣٠	١٠٢٠	٦٧٠
ألياف غذائية	(جم)	يمكن إهماله				
فيتامين أ	(ميكروجرام)	٣٣٦	٣٨٧	٣٨٦	٢٠٠	١٨٢
ثيامين	(مجم)	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣	٠,٠٣
ريبوفلافين	(مجم)	٠,٤٢	٠,٤٨	٠,٤٣	٠,٣٥	٠,٥٣
حمض نيكوتينيك	(مجم)	٠,٠٩	٠,١١	٠,٤٩	٠,٠٧	٠,٠٩
حمض نيكوتينيك من تربتوفان	(مجم)	٦,٠٠	٥,٦٤	٥,٣٤	٦,١٢	٧,٤١
فيتامين ب٦	(مجم)	٠,١٠	٠,٠٩	٠,١٦	٠,٠٩	٠,١٣
حمض فوليك	(ميكروجرام)	٣٧	٤٠	٧٧	٤٠	٥٦
فيتامين ب١٢	(ميكروجرام)	١,٢	٠,٩	١,٠	٢,١	١,٣
حمض بانتوثينيك	(مجم)	٠,٣٨	٠,٣١	٠,٧١	٠,٣٨	٠,٥١
بيوتين	(ميكروجرام)	٣,١	٤,٠	٣,٦	١,٨	٣,٨
فيتامين ج	(مجم)	آثار				
فيتامين د	(ميكروجرام)	٠,٢٦	٠,٢٤	٠,٢٧	٠,١٩	٠,١١
فيتامين هـ	(مجم)	٠,٥٤	٠,٧٠	٠,٦١	٠,٤٨	٠,٣٩

تابع: جدول (١١)

		شيدر إنجليزى	شيشاير	ستيلتون أزرق	إيدام	شيدر منخفض الدهن
كالسيوم	(مجم)	٧٤٠	٥٦٠	٣٢٠	٧٧٠	٨٤٠
كلور	(مجم)	١٠١٠	٨٣٠	١٤١٠	١٥٧٠	١١١٠
نحاس	(مجم)	آثار	٠,١٣	٠,١٨	٠,٠٥	٠,٠٥
يود	(ميكروجرام)	٤٦	٤٦	٤٦	–	–
حديد	(مجم)	٠,٢	٠,٣	٠,٣	٠,٤	٠,٢
مغنيسيوم	(مجم)	٢٦	١٩	٢٠	٣٩	٣٩
فوسفور	(مجم)	٤٩٠	٤٠٠	٣١٠	٥٣٠	٦٢٠
بوتاسيوم	(مجم)	٧٩	٨٧	١٣٠	٩٧	١١٠
سيلينيوم	(ميكروجرام)	١٢	١١	١١	–	١٥
خارصين	(مجم)	٢,٣	٣,٣	٢,٥	٢,٢	٢,٨

جدول (١٢): التكوين الغذائى للجبن الطرية (/١٠٠جم).

		طرية وطازجة				منضجة بالفطر السطحى	
		جبن الكوخ	جبن طازجة	جبن طازج منخفض الدهن جداً	كوارج	براى	كاممبرت
الطاقة	(كيلو سعر)	٩٨	١١٣	٥٨	٧٤	٣١٩	٢٩٧
	كيلو جول)	٤١٣	٤٦٩	٢٤٧	٣١٣	١٣٢٣	١٢٣٢
بروتين	(جم)	١٣,٨	٦,٨	٧,٧	١٤,٦	١٩,٣	٢٠,٩
كربوايدرات	(جم)	٢,٠	٥,٤	٦,٥	٣,٨	آثار	آثار
سكريات	(جم)	٢,٠	٥,٤٠	٦,٥	٣,٨	آثار	آثار
دهن	(جم)	٣,٩	٧,١	٠,٢	آثار	٢٦,٩	٢٣,٧
مشبع	(جم)	٢,٤	٤,٤	٠,١	آثار	١٦,٨	١٤,٨
وحيدة عدم التشبع	(جم)	١,١	٢,١	٠,١	آثار	٧,٨	٦,٩
عديدة عدم التشبع	(جم)	٠,١	٠,٢	آثار	آثار	٠,٨	٠,٧

تابع: جدول (١٢)

		طرية وطازجة				منضجة بالفطر السطحى	
		جبن الكوخ	جبن طازجة	جبن طازج منخفض الدهن جداً	كوارج	براى	كاممبرت
صوديوم	(مجم)	٣٨٠	٣١	٣٣	٤٥	٧٠٠	٦٥٠
فيتامين ا	(ميكروجرام)	٤٦	١٠٠	٣	٢	٣٢٠	٢٨٣
ثيامين	(مجم)	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٠٣	٠,٠٤	٠,٠٤	٠,٠٥
ريبوفلافين	(مجم)	٠,٢٦	٠,٤٠	٠,٣٧	٠,٣٠	٠,٤٣	٠,٥٢
حمض نيكوتينيك	(مجم)	٠,١٣	٠,١٣	٠,١٤	٠,١٩	٠,٤٣	٠,٩٦
حمض نيكوتينيك من تربتوفان	(مجم)	٣,٢٤	١,٥٩	١,٨١	٣,٤٣	٤,٥٣	٤,٩١
فيتامين $ب_٦$	(مجم)	.٠٨	٠,١٠	٠,٠٧	٠,٠٨	٠,١٥	٠,٢٢
حمض فوليك	(ميكروجرام)	٢٧	١٥	١٥	٤٥	٥٨	١٠٢
فيتامين $ب_{١٢}$	(ميكروجرام)	٠,٧	١,٤	١,٤	٠,٧	١,٢	١,١
حمض بانتوثينيك	(مجم)	٠,٤٠	-	-	٠,٤٤	٠,٣٥	٠,٣٦
بيوتين	(ميكروجرام)	٣.٠	-	-	٣.٠	٥.٦	٧.٦
فيتامين ج	(مجم)	آثار	آثار	آثار	١,٠	آثار	آثار
فيتامين د	(ميكروجرام)	٠,٠٣	٠,٠٥	آثار	آثار	٠,٢٠	٠,١٨
فيتامين هـ	(مجم)	.٠٨	٠,٠٢	آثار	آثار	٠,٨٤	٠,٦٥
كالسيوم	(مجم)	٧٣	٨٩	٨٧	١٢٠	٥٤٠	٦٥٠
كلور	(مجم)	٥٥٠	١٠٠	٨٩	١١٠	١٠٦٠	١١٢٠
نحاس	(مجم)	,٠٤	آثار	٠,٠١	٠,٠٦	آثار	٠,٠٧
يود	(ميكروجرام)	-	-	-	٤	-	-
حديد	(مجم)	٠,١	٠,١	٨	آثار	٠,٨	٠,٢
مغنيسيوم	(مجم)	٩	٨	١١٠	١١	٢٧	٢,١
فوسفور	(مجم)	١٦٠	١١٠	٨	٢٠٠	٣٩٠	٣١٠
بوتاسيوم	(مجم)	٨٩	١١٠	١١	١٤٠	١٠٠	١٠٠
سيلينيوم	(ميكروجرام)	٤	٢	٢	-	-	-
خارصين	(مجم)	٠,٦	٠,٣	٠,٣	٠,٩	٢,٢	٢,٧

أهمية الجبن للمجموعات المختلفة
importance of cheese in different groups

الجبن مصدر غنى بالبروتين والكالسيوم وفيتامين أ . $ب_{2}$ (ريبوفلافين)، $ب_{12}$ وكذلك فهى مصدر جيد للخارصين المتاح بيولوجياً وهى تحفظ جيداً فى الثلاجة إذا لفت فى ورق مضاد للشحم greese-proof ورقائق foil. والجبن الجاف مثل الشيدر يتجمد جيداً ويمكن الإحتفاظ به لمدة ثلاثة أشهر وبالتيع يمكن الحصول على أحسن النتائج إذا سمح للجبن بأن يتيع تدريجياً، مفضلاً فى الثلاجة.

والجبن الجاف الخفيف والجبن الطرى الطازج يمكن إدخالها فى غذاء الطفل من عمر ٦ أشهر كما أنها أكلة خفيفة للأطفال ولاتسبب أى تسوس أسنان وربما كان لها تأثيرا حافظاً ضد التسوس وذلك لضبط رقم $ج_{هـ}$ على سطح الأسنان ولذا قد ينصح أطباء الأسنان بأكل قطعة جبن فى نهاية الوجبة.

والجبن مصدر ممتاز للكالسيوم ولذا يجب أن تأكله النساء الحوامل وينصح بتجنب أكل الجبن المنضجة (على السطح) بالفطر مثل البراى والكاممبرت نظراً لزيادة فرصة إحتوائها على *Listeria monocytogenes* الذى يسبب الليسترية listerosis. ومعظم الناس لايتأثرون بالليسترية listerosis ولكن الحوامل معرضون أكثر لهذا الخطر. والجبن الطرى الطازج مثل جبن الكوخ والجبن الجاف مثل الشيدر تعتبر مأمونة فى هذا المجال فرقم $ج_{هـ}$ للشيدر والجبن الأخرى المماثلة تحد من نمو هذه البكتيريا التى تفضل ظروفاً أكثر قلوية.

وللنباتيين الذين يدخلون المنتجات اللبنية فى غذائهم يعتبر الجبن مصدراً مهماً للبروتين وفيتامين $ب_{12}$ والمعادن إما النباتيون الذين لايدخلون المنتجات اللبنية فى غذائهم فيحتاجون لأغذية مقواة بفيتامين $ب_{12}$ أو مضافات حيث لايوجد الفيتامين إلا فى المنتجات اللبنية والأغذية الأخرى الحيوانية مثل اللحم.

والجبن الجاف مثل الشيدر بها محتوى لاكتوز منخفض جداً ويمكن أن تكون مصدراً جيداً للكالسيوم والمغذيات الضرورية الأخرى للأشخاص الذين لايتحملون اللاكتوز.

(Macrae)

الجيلاتى ice cream

طرق التصنيع methods of manufacture

طبيعياً الجيلاتى رغوة بها الطور المستمر مستحلب مجمد جزئياً وقوام الرغوة يؤثر على المظهر والقوام والتلازج والخفة وشعور الفم. والرغوة معظمها هواء يتميز بلزوجة مرتفعة وكثافة منخفضة ومساحة سطح مرتفعة وطاقة سطح مرتفعة. وأغذية الرغوة مثل الجيلاتى بها محتوى هواء ٤٠ – ٥٠٪ بالحجم. والطور المستمر فى محلول مائى مركز غير متجمد يحتوى أملاح لبن ذائبة ولاكتوزاً وسكريات مضافة وجوامد مشتتة فى حالة غروية (أى بروتينات وأملاح ومثبت ودهن) فى صورة مستحلَب. وبلورات الثلج توجد فى طور مشتت بخشونة coarsely يشغل جزءاً كبيراً من المساحة بين خلايا الهواء.

التكوين composition: التكوين الكيماوى للجيلاتى يختلف أساساً بالنسبة لمحتوى الدهن

وهناك ثلاث درجات من الجيلاتي: درجة بالكاد تقابل أقل محتوى دهن وكثيراً مايكون لها زيادة حجم overrun تقترب من الحد الأقصى المسموح به في القانون وعادة يوجد به مكونات نكهة غير مكلفة نسبياً. وفي الطرف الآخر يوجد الجيلاتي من الدرجة الأولى وهذا عالٍ في الدهن ومنخفض في زيادة الحجم overrun ويحتوي عادة نكهات طبيعية. والدرجة الثالثة من الجيلاتي وهي مصممة كمتوسط مابين أقل التكاليف والمنتجات من الدرجة الأولى. وحديثاً توجد درجة رابعة تسمى جيلاتي درجة أولى سوبر super وتتميز بمحتويات دهن أعلا وزيادة حجم أقل عن الأصناف من الدرجة الأولى. وتركيبات ممثلة لهذه الدرجات توجد في الجدول (١).

جدول (١): تركيبة ممثلة للجيلاتي من درجات مختلفة.

المكون	درجة الجيلاتي				
	أقل مقياس ٪	العادي ٪	درجة أولى		سوبر درجة أولى ٪
			١٪	٢٪	
دهن اللبن	١٠,١٠	١٠,١٠	١٢,٠٠	١٤,٠٠	١٦,٠٠
جوامد لبن غير دهنية	٧,٥٠	٩,٠٠	١٠,٠٠	١٠,٥٠	٩,٥٠
جوامد الشرش	٢,٥٠	٢,٠٠	١,٥٠		
سكروز	٤,٥٠	٧,٦٠	١٢,٠٠	١٢,٥٠	٥,٥٠
جوامد شراب الذرة	٩,٠٠	٦,٨٠	٥,٠٠	٤,٠٠	-
جوامد فركتوز عالي	٤,٥٠	٢,٦٠	-	-	
مثبت	٠,٥٠	٠,١٥	٠,١٣	٠,١٢	٠,١٢
مستحلب	٠,٣٠	٠,٢٥	٠,١٥	٠,١٠	
الجوامد الكلية	٣٨,٥٥	٣٨,٥٠	٤٠,٧٨	٤١,٢٢	٤١,٢٢

وتساهم جوامد اللبن تقريباً بكل الدهن والبروتين والمعادن أما اللاكتوز والسكروز ومحليات الذرة وإلى حد صغير المثبتات فهي تساهم في محتوى الكربوايدرات.

وتفضيل إختيار المكونات يمكن أن يتبع:

١- إختيار محتوى دهن اللبن: اللبن يباع ويشترى على أساس محتواه الدهني والجودة فدرجة الجيلاتي تعكس أيضاً محتوى الدهن.

٢- إختيار مستوى جوامد اللبن غير الدهنية يكمل محتوى الدهن حيث وجود كثير منها بسبب الترمل sandiness.

٣- مكونات المحليات: نوع وكمية المحلى تتوقف بالتالى على محتوى الدهن والجوامد الكلية وكذلك على إعتبارات إقتصادية. فخلطات دهن عالية تحتاج إلى مستويات محليات عالية.

٤- المثبت والمستحلب: الكمية والنوع تتأثر بمستويات الدهن والجوامد الكلية وعمليات التصنيع والتخزين والتوزيع.

٥- إعتبارات الروشمة label consideration: إذا كانت الإعتبارات الغذائية ستلعب دوراً مثل كله طبيعى all natural أو سعرات مخفضة reduced calories أو دهن مخفض reduced fat فإن ما أتبع سابقاً يتغير قليلاً (وثمن المكونات يلعب دوراً أقل عن الوظائف).

والإدارة المضبوطة تلعب دوراً هاماً فى إنتاج الجيلاتى: فمثلاً إستخدام مكونات جيدة فى كل دفعة والإحتفاظ بنفس التركيب كل مرة وضبط الخلطات والتجميد والتعبئة والتصلب hardening والتخزين والتوزيع وأقل زمن تحول turnover time كلها تلعب دوراً هاماً فى إنتاج جيلاتى جيد.

معاملة الخلطة mix processing: المكونات الرئيسية فى الجيلاتى هى الكريمة واللبن والسكر ومواد النكهة. ويضاف المثبتات والمستحلبات لتحسين جودة المنتج. ولما كان اللبن والكريمة لايساهمان بدرجة كافية بمواد صلبة/جوامد غير دهنية للجيلاتى التجارى فيجب أن تعوض بجوامد لبنية غير دهنية جافة أو مكثفة والإرتباط كله يعرف بالخلطة mix ويحضر فى تنك أو مُبَسْتِر دفعات.

ومعاملة الخلطة mix تبتدىء عادة بحساب كمية المكونات التى يحتاج إليها وللقيام بهذه الحسابات فإن محتويات الدهن والجوامد/المواد الصلبة لكل منتجات اللبن وكل المنتجات الأخرى مثل صفار البيض والكاكاو والشكولاتة والشراب ... الخ يجب تحديدها. وإختيار المكونات يتصل مباشرة بالإعتبارات الإقتصادية وكونها متاحة. ومعظم صانعى الجيلاتى يغيرون مصدر الدهن والجوامد ليستفيدوا من الفضلات/الزيادات surpluses كلما أمكن ذلك وبذا يقللون إلى أقل حد ممكن تكاليف المكونات. وكل تغيير فى مصدر الدهن يتسبب فى تغييرات فى المكونات الأخرى ويتطلب حسابات مساهمة الدهن والجوامد من كل مكون لإعطاء التكوين المرغوب النهائى. وحسابات الخلطة يمكن عملها بإستخدام الجبر وتركيبه نقطة السيرم serum point formula أو مربع بيرسون أو بالحاسوب.

عمل الخلطة mix making: وضع المكونات معاً فى النسب الصحيحة لعمل خلطة من التكوين المرغوب وتحضيرها للمعاملة بعد ذلك يعرف بإسم الخلط أو عمل الدفعات للخلطة. وطرق عمل الخلطة تتأثر بحجم العملية وإذا كانت البسترة ستكون بطريقة الدفعات (تنك أو الإحتفاظ لمدة طويلة) أو بسترة مستمرة درجة حرارة عالية وزمن قصير (د.ح.ع.ز.ق HTST).

وفى العمليات الصغيرة حيث يصنع أقل من ٢٠٠٠ لتر من الخلطة كل ساعة لمدة ٥ ساعات فى اليوم فالبسترة غالباً بطريقة الدفعات. وتخلط مكونات

الخلطة عاده فى تنك البستره مع إضافة المكونات السائلة بالضخ والمكونات الجافة تضاف باليد مباشرة إلى الجزء السائل فى تنك البسترة وكل كمية من المكون المطلوب فى الطريقة تحدد قبل بدء عمليات الخلط وكمية المكونات السائلة قد تضاف بقياس الحجم وتضخ خلال مقياس إنسياب أو بعد عد العلب فى حجم معين ووضع المحتويات فى وعاء الخلط. والمكونات الجافة تقاس عادة بالكيس bag مع وزن الكميات الأجزاء فى حاوية منفصلة. والمكونات التى تستخدم بكميات صغيرة مثل المستحلبات والمثبتات تقاس أو توزن منفصلة وتضاف عادة بعد وضع المكونات الأخرى فى تنك الخلط. والسكر وجوامد اللبن الجافة والمثبتات أسهل فى خلطها عندما يكون الجزء السائل من الخلطة دافئاً. وبعض المثبتات تشتت وتميؤ كأحسن مايكون عندما تكون الخلطة على ٦٠°م أو أعلا. ومع البسترة على دفعات تخلط الخلطات عادة دافئة والتسخين يمكن أن يبتدىء مع إضافة أول مكون سائل وبالوقت الذى تكون فيه الدفعة قد إكتملت فإن درجة الحرارة تكون عند أو قريبة من درجة حرارة البسترة. ولما كان التجنيس والتبريد يتبعان كل بسترة لكل دفعة وبذا تصبح مستمرة وعلى ذلك فيستخدم ٢-٣ تنكات بسترة غالباً لإعطاء إنسياب غير مقطوع من الخلطة.

البسترة pasteurization: كلاً من عمليتى البسترة على دفعات أو مستمرة (أو إحتفاظ طويل أو د.ح.ع.ز.ق HTST) تستخدم مع خلطات الجيلاتى وبجانب ذلك فإن المعاملة بدرجة حرارة فائقة العلو (د.ح.ف.ع UHT) للبسترة قد تستخدم مع الجيلاتى أو خلطات مهروزات اللبن milk shock mixes. والبسترة على دفعات أو الإحتفاظ الخفيف light-hold تتم بتسخين الخلطة إلى ٦٨,٣°م والإحتفاظ بها لمدة ٣٠ق بينما البسترة د.ح.ع.ز.ق HTST تجرى بتسخين الخلطة إلى ٧٩,٤°م والإحتفاظ بها لمدة ٢٥ ثانية قبل التبريد. ومتطلبات وقت البسترة ودرجة الحرارة لخلطات الجيلاتى أعلا من تلك الخاصة باللبن لزيادة محتوى الدهن والجوامد الكلية فى الخلطة والبسترة تسمح بخلط المكونات وإذابة السكريات ومسحوق اللبن ... الخ وتقتل الكائنات الدقيقة الممرضة وتنشط المثبتات والمستحلبات وتحضر الخلطة للتجنيس.

والبسترة بإستخدام درجة الحرارة فائقة العلو (د.ح.ف.ع UHT) أو تعقيم الخلطات تجرى بالإتصال المباشر بمسخنات البخار مرتبطة بغرفة وميض لإزالة البخار المضاف ومع مبادلات حرارية ذات ألواح plates للتسخين المبدلى والتبريد وتبادل حرارى معاد التوليد. ومسخنات البخار المباشر من نوعين حاقن injector ، مُشرب infuser. وفى الأولى يحقن البخار خلال فوهة إلى الخلطة السائلة المنسابة ومع الإشراب infusion فالخلطة السائلة تنساب إلى جو من البخار. ويُسَخن المُنْتَج إلى درجة حرارة البخار تقريباً لحظياً ومع ضبط الضغط يحصل على درجات حرارة عالية جداً (١٥٠°م أو أعلا). وأنبوبة إحتفاظ قصيرة تعطى ٠,٢ - ٦ ثانية أو أكثر كمدة إقامة residence time وتضمن

التسخين الكامل لكل الخلطة. والإزالة الوميضية للبخار المضاف تجرى عادة فى غرفة فصل تبخير/بخار مع وجود ضوابط لضمان أن البخار المزال يساوى البخار المضاف بحيث لايحدث أى تغيير فى تكوين الخلطة. وإزالة البخار تمنع "حشيش التغذية feed weed" والنكهات غير المرغوبة الأخرى كما يعمل على إزالة الهواء المحبوس.

التجنيس homogenization: تجنيس خلطة الجيلاتى يقلل من حجم حبيبة الدهن لمنع المخض churning فى مجمد الجيلاتى ويحسن من نعومة الجيلاتى ويسمح لبروتينات اللبن بإمتصاص حبيبات الدهن مما يزيد من لزوجة الخلطة وينتج جسماً أنعم وقواماً أنعم فى الجيلاتى المجمد. وبمعنى آخر حبيبات دهن كبيرة وتكتلات clumps وعناقيد clusters تبين عدم ثبات فى مستحلب الدهن-فى-الماء للخلطة مما قد يؤدى إلى إنعكاس جزئى للطور أثناء التجميد نظراً للتقليب الشديد للمقلب. ويظهر الإنعكاس الجزئى للطور كمخض churning أو لطخ smearing للدهن برواسب زبدية على أنصال الكاشطات scraper blades وينحنى السطح الداخلى وحواف فوهات البثق كجسيمات مرئية فى الناتج وعندما يحدث هذا فإن جسم وقوام المنتج النهائى يكون رديئاً.

والخلطات التى تحتوى ١٤٪ دهن يجب تجنيسها على ١٠٣٤٢-١٢٤١٠ كيلونيوتن/م٢ $kN\ m^{-2}$ فى المرحلة الأولى، ٥٥١٦ كيلونيوتن/م٢ $kN\ m^{-2}$ فى المرحلة الثانية.

تعتيق الخلطات ageing of mixes: عقب البسترة والتجنيس تبرد الخلطات إلى ٤٠°م أو أقل وتحفظ فى تنك إحتفاظ حتى يحتاج إليها فى المجمد والتنكات قد تكون معزولة وقد تبرد صناعياً للمحافظة على درجة حرارة الخلطة الباردة وهذا يمنع نمو الكائنات الدقيقة ويشجع تبلر الدهن والتغيرات الأخرى التى تحسن التجمد وإدخال الهواء ونعومة الجسم والقوام ومقاومة الإنصهار. ومدة الإحتفاظ المرتبطة بدرجة حرارة الخلطة المنخفضة تسمى التعتيق ageing وقد تكون مقصودة أو غير مقصودة فى طرق الإنتاج. ويستخدم مبادل حرارى مباشر مبرد بالتمدد وذو سطح مكشوط لخفض درجة حرارة الخلطة إلى درجة حرارة منخفضة لأن نقطة التجمد فى المجمد يمكن الوصول إليها أسرع عندما يبرد الحمل خارج المجمد.

وبعد أن يتم تجميع وبسترة وتجنيس وتعتيق الجيلاتى أو خلطة العُقْبَة dessert المجمدة تكون جاهزة للتجميد والتعبئة والتصليد hardening والتخزين كما تضاف النكهات والعصير والألوان إلى الخلطة السائلة فى غرفة التجميد مع إضافة الفاكهة والنقل والحلوى والبسكويت وكل المواد الأخرى إلى الجيلاتى نصف المجمد بعد البثق من المجمد. والصورة (١) تعطى العمليات فى غرفة التجميد.

والجيلاتى غذاء معقد جداً. والخلطة تتكون تقريباً من أكثر من ٦٠٪ ماء الذى يذيب السكريات الموجودة طبيعياً (اللاكتوز) والسكريات المضافة كما يذيب جزءاً من الأملاح فى جوامد اللبن.

تنكات تخزين ← وزن ← بسترة ← تجنيس - ← تبريد
المكونات ↓
تصليد ← تعبئة ← المجمد ← تنكات التنكيه ← تعتيق
↑
النكهات
والترقيش (تعدد الألوان)

الصورة (١): دياجرام تصنيع الجيلاتي

ثم هناك نظام غروى معلق فى الماء من بروتينات اللبن وبروتينات المثبتات وكذلك الأملاح غير الذائبة ونظام آخر يتوقف على الماء وهو مستحلب الدهن-فى-الماء من مصادر اللبن الدهنية أو من زيوت نباتية وهذه الأنظمة توجد مع بعضها. وتمرر الخلطة خلال مجمد الجيلاتى فتبرد إلى نقطة الجموس congealing point حيث يدمج الهواء ثم يبرد ليفصل بالتجميد جزءاً من الماء. وكل هذا يحدث تحت ظروف تقليب شديدة لأنصال الكشط scraper والضاربات والخَفَاقَات & dashers beaters إذا وجدت. وعندما يزال الثلج من الخلطة يتركز السكر فى محلول الماء وكذلك كل المواد الأخرى وتنخفض نقطة التجمد بزيادة تركيز السكر فى الماء المتبقى. وعندما يتجمد الثلج فإن بلورات الثلج تعلق فى الماء وخلايا هواء صغيرة جداً تدمج فى المخلوط. وعندما تصل درجة الحرارة إلى -٥,٥°م فحوالى ٥٠٪ من الماء فى معظم الخلطات يكون قد تجمد. وهذا معناه أن الخلطة التى بها ٣٨٪ جوامد كلية فإن الجيلاتى نصف المجمد المبثوق يكون ٦٩٪ من محتوياته جوامد معلقة أو مذابة فى الماء المتبقى وهذا يبلغ ٣١٪ من الكل. وإذا كانت هذه الخلطة قد إبتدأت بـ ١٢٪ دهن أى ١٦,٢٪ دهن-فى-ماء فإنها تشق بـ ٢٧,٩٪ دهن-فى-ماء. وإذا إستمر التجميد إلى درجة حرارة "سحب drawing" - ٩,٤°م وعندها يفصل بالتجميد ٦٧٪ من الماء فإن محتوى الدهن-فى-الماء يكون ٣٦,٩٪. ومن المعقول أن نتوقع أن يتكسر هذا المستحلب المركز أو يعكس أطواره مما ينتج عنه مخض churning جزئى أو قوام شحمى. ولهذا فإن بعض الخلطات بالرغم من تجنيسها الجيد لايمكن تجميدها فى مدى درجة حرارة منخفضة فى مجمد جيلاتى به مقلب شديد. بجانب أنه عندما تتكون بلورات الثلج فإنها تضيف إلى الجوامد الموجودة فى الخلطة وهذا يزيد اللزوجة وحمل الموتور على الخافق dasher. وفى مجمدات الجيلاتى الصناعية ذات الإنسياب المستمر فإن هواء زيادة الحجم overrun له تأثير بسيط فى إسطوانة المجمد لأنه مضغوط. وفى عمليات المجمد ذات ضغط إسطوانة (مقياس gauge) ٤٠٤ كيلو باسكال فالهواء المطلوب لإعطاء ١٠٠٪ زيادة حجم overrun يشكل فقط ٦/١ حجم الخلطة كلها بما فيها الهواء. وبذا فإن كثافة المخلوط فى المجمد لاتتأثر كفاية بالهواء لتتدخل فى سرعة إنسياب الحرارة الداخلية إلى جدران الإسطوانة. وعندما يشق الجيلاتى نصف المجمد فإنه يتمدد بإنخفاض الضغط إلى الضغط الجوى وفقط عندما يكون هذا التمدد كاملاً تكون زيادة الحجم overrun قد تحققت. ومعظم الكتب المدرسية تعامل إدماج الهواء على أنه يحدث فى

مجمدات ذات الدفعة على ضغط جوى. وفى هذه الحالة تأخذ الخلطة هواء عندما تبرد إلى نقطة الجموس congealing عندما تتحول من سائل إلى كتلة لدنة. وهذا بالطبع يبتدىء عند نقطة التجمد الأصلية. وعند الضغط الجوى يدمج الهواء بسهولة بين نقطة التجمد الأصلية -٥,٠°م إلى -٥,٥°م.

وفى المجمدات المستمرة فالإسطوانات تكون تحت ضغط ويمكن الحصول على زيادة حجم عالية جداً عند درجات حرارة سحب منخفضة جداً. وعموماً يمكن إدماج هواء لزيادة الحجم حتى ١٣٠٪ على درجات حرارة سحب حتى -٧,٢°م مع ضغوط إسطوانة من ٣٥٠ - ٥٥٠ كيلوباسكال ويتوقف ذلك على الخافق dasher وعلى تصميم الأنصال وحالتها. وقد يُحْتَاج إلى ضغط إسطوانة إضافى لزيادة حجم أكثر من ١٣٠٪. كما قد يُحْتَاج إلى زيادة ضغوط الإسطوانة بحوالى ٢٠٠-٣٠٠ كيلوباسكال عندما تكون درجة حرارة السحب أقل من -٧,٢°م.

ودرجة حرارة الخلطة عند دخولها مجمد الجيلاتى المستمر مهمة جداً فى أداء المجمد. وإذا كانت درجة حرارة الخلطة موحدة أثناء العمل run فإن ضبط زيادة الحجم ومعدل التجميد يمكن التنبؤ بهما بفرض أن زيادة المبرد refrigant منتظمة هو وظروف الإمتصاص. وإذا زودت الخلطة أيضاً إلى مضخة مجمد الخلطة على ضغط ثابت، فإن ضوابط العمل يمكن ضبطها عند بدء العمل run لإعطاء زيادة الحجم ودرجة الحرارة المرغوبة مع عدم حدوث تغيرات جوهرية خلال اليوم. ودرجة حرارة خلطة مابين صفر°م ، -١,١°م تجعل أداء المجمد فى حالة مثلى. وهذا أيضاً يضمن أن الدهن أو الزيت النباتى متبلر ويمنع تقريباً الضرورة للتعتيق حيث التركيبة لم تقم بذلك من قبل.

وتلازج consistency الجيلاتى عند سحبه من المجمد غالباً يرمز إليها بأنها "مبللة wet" أو "جافة dry" أو "متماسكة stiff" ... الخ وهذا التلازج يتأثر أكثر بالتركيبة عن أى عامل آخر وبينما هى تتصل بدرجة حرارة السحب فهى ليس إتصالها مباشراً. فبعض الجيلاتى يمكن أن يكون مبتلاً ويكون منساباً flowable والبعض قد يكون متماسكاً جافاً ويكون "دافئاً" عند سحبه. وتصميم خافق dasher المجمد وحجم المنتج بالنسبة للإنتاج throughput له بعض التأثير على هذه الخاصية فى المنتج ولكن الخلطة التى تنتج جيلاتى مبلل "مميز characteristic" يمكن إعادة تركيبها reformulated لإعطاء منتج أكثر جفافاً عند نفس درجة حرارة السحب. وإذا كان المجمد هو سبب الجفاف والتماسك stiffness فإن درجة حرارة السحب يجب زيادتها أو يعاد عمل التركيبة حتى نحصل على منتج أكثر بللاً وإنسياباً.

والمجمدات ذات خافقات الإزاحة displacement dashers والتى ترتبط بسرعات دوران عالية نسبياً تميل إلى تكوين فعل قص shear الذى يمكن أن ينتج تغيراً فيزيقياً فى تركيب معقد بروتين-دهن-سكر. وهذا يظهر أكثر عندما تُخَفَّضُ درجة حرارة السحب ولكنها محددة/واضحة عند -٥,٥°م. والجيلاتى المنتج بهذه الطريقة يكون أكثر تماسكاً وأجف عند أى

درجه حراره سحب عن ذلك المصنع من نفس الخلطة ولكن مع الخافق dasher أكثر انفتاحاً وبطئاً. وهذا الجيلاتى الأكثر تماسكاً أبطأ فى الإنصهار بعد التصلب ويمير بمنتج أكثر دفئاً فى الأكل warmer eating وهذه الجودة الأكلية نتيجة إنصهار أبطأ فى الفم. وقد يقول البعض أن هذا المنتج أقل إنعاشاً refreshing عن جيلاتى مسحوب أكثر إبتلالاً وينصهر أسرع. والنكهة لاتطلق بسرعة مع منتج "الأكلة الدافئة warm-eating" والإنصهار قد يكون رقانقياً فى المظهر. وجيلاتى الأكل الدافىء warm-eating عندما لاتحمل خصائصه إلى النهاية يفضله حوالى ٢٥٪ من المستهلكين فى بعض الأسواق.

إضافة المكونات والنكهة: مواد النكهة غير الشكولاتة تضاف بعد عمل الخلطة وهذه قد تضاف عند التعتيق أو تنكات الإحتفاظ أو تنكات النكهة كما تضاف عصائر الفاكهة ومستخلصات النكهة ومواد التلوين عند هذه النقطة أيضاً. وقطع الفاكهة والهريس يجب ألا توضع فى الخلطة قبل التجميد فى المجمدات المستمرة لأنها تميل إلى أن ترسب فى التنك مع توزيع غير جيد بعد ذلك فى الجيلاتى المجمد. كما أن البذور فى الفاكهة وكل الأشياء المشابهة تضر المضخات ومحملات الخافق dasher bearings وتُتلِم أنصال الكشط scraper. فهذه المكونات : قطع الفاكهة والهريس والنقل والحلو والبسكويت ...الخ تدخل إلى الجيلاتى بعد البثق من المجمد والمكونات المسابة تضخ فى المنتج بواسطة مضخة صغيرة تسمى مضخة تموجات ripple pump.

ومغذيات المكونات تستطيع إضافة مكونات بإستمرار على معدلات حتى ١١٠٠٠ لتر/ ساعة بنسبة ١٠ - ١٢٪ من المنتج.

ويجب تحلية الفواكه والمكونات الأخرى الشبيهة - طازجة أو مجمدة أو معلبة - بالسكر لمنع التثليج iciness فى الناتج النهائى. وتختلف كمية السكر من صفر إلى ٥٠٪.

تصلب الجيلاتى hardening of ice cream: الجيلاتى عندما يسحب من المجمد ويعبأ يكون مجمداً جزئياً فقط وأحسن درجة حرارة بثق هى حوالى -٥,٥°م وعندها تكون كمية الثلج المتكون ٤٨ - ٥٢٪ من الماء فى الخلطة. والناتج يكون طرياً نسبياً عندما يخرج من المجمد ويمكن ضخه بسهولة مع خفض متوسط فى الضغط. وفى الملء ينساب إلى مكان الحاويات ولايترك فراغات كما يحدث عندما يبثق على درجة حرارة أقل. وإذا كان المنتج يجب أن يكون جاسئاً rigid بكفاية ليخزن وينقل وللإحتفاظ بزيادة حجمه وجسمه وقوامه فيجب أن يجمد بعد ذلك وهذا التجميد الإضافى يعرف بإسم التصليب hardening ويجرى بعد أن يكون المنتج فى الحاوية أو العبوة.

والتصليب يجب إجراؤه بأسرع مايمكن فيجمد من درجة حرارة السحب إلى -١٧,٧°م فى المركز core. وكلما أسْرِعَ فى ذلك كلما كانت بلورات الثلج أصغر وكلما كانت جودة الجيلاتى أحسن. ولكن إذا إستمرت درجة الحرارة فى الإنخفاض

فإن التصليب على مدة من ١٠ – ١٢ ساعة لايسبب أى زيادة جوهرية فى حجم بلورات الثلج. ومعدلات التصليب الأسرع مرغوبة لإستخدام أحسن للمساحات فى مخازن التبريد وسرعة تحول أكثر فى الجرد inventory.

(Macrae)

الخواص properties

الخواص الفيزيقية physical properties:

الجيلاتى نظام معقد يحتوى على طور مستمر مجمد جزئياً يتكون من محاليل حقيقية (الكربوايدرات والمواد المنكهة والأملاح) ومحاليل غروية (البروتينات والمثبتات) ومعلقات ومستحلَبات (الدهن والمستحلِبات) وأخيراً يدخل الهواء فى الطور المستمر على شكل خلايا هواء موزعة دقيقة والصورة (٢) تظهر الخواص الفيزيقية وأبعاد مكونات الجيلاتى.

ونسبة الدهن وجوامد اللبن غير الدهنية (ج.ل.غ.د MSNF) والسكر والمستحلِبات والمثبتات وحجم الهواء المدمج (زيادة الحجم overrun) تختلف. ويتوقف ذلك على القوانين والتكاليف والمواد الخام وظروف المعاملة والخواص الطبيعية المطلوبة فى الناتج النهائى. والجيلاتى يمكن تقسيمه – وكذلك المنتجات المتصلة به – إلى خمس مجاميع رئيسية كما فى الجدول (٢).

١مم – ١٠٠ ميكرومتر – ١٠ ميكرومتر – ١ ميكرومتر	١٠٠ نانومتر – ١٠ نانومتر – ١ نانومتر	٠,١ نانومتر
معلقات ومستحلَبات	محاليل غروية	محاليل حقيقية
دهن مجنس وغير مجنس	كيزين – ألبيومين	سكر، أملاح لبن وسكر لبن
كريمة خفيف – ثقيل		
مجال المجهر المرئى	مجال المجهر الالكترونى	تحت المجهر
	بطىء	حركة براونية: سريع

صورة (٢): الخواص الفيزيقية وأبعاد مكونات الجيلاتى.

مكونات الجيلاتى: يمكن تقسيم المواد الخام المستخدمة فى إنتاج الجيلاتى إلى: ١– الدهن.

٢– جوامد لبن غير دهنية (ج.ل.غ.د MSNF).

جـدول (٢). تكويـن (٪) الجيلاتـى والمتحـاب المتصلة به.

	دهن	جوامد لبن غير دهنية	سكر	مستحلب / مثبت
جيلاتى درجة أولى	١٥	١٠	١٧	٠,٣
جيلاتى	١٠	١١	١٤	٠,٥
ثلج اللبن milk ice	٤	١٢	١٣	٠,٧
شربت	٢	٤	٢٥	٠,٦
سوربيت	صفر	صفر	٣٠	٠,٥

الدهـن fat: دهـن اللبن هـو المصـدر الطبيعـى للدهن فى إنتـاج الجيلاتى ولكن إستبداله بدهـن نباتى يزيد تدريجياً. ويمكن إضافة الدهـن بعـدة أشكال مثل الزبد والكريمة واللبن ومسحوق لـبن كامل وزيت جوز الهند وزيت النخيل. وبغض النظر نـوع الدهـن المختـار فمـن الضـرورى ان يكـون الدهن ذا جودة عالية من حيث المذاق حيث أن أى عيوب (نكهات غير مرغوبة) تظهر فـى الجيلاتى. فخـواص الدهـن الفيزيقيـة أى تكويـن الأحمـاض الدهنية ونقط إنصهارها له تأثير كبير على الخواص العضويـة الحسية وثبـات الجيلاتـى فـى التخزيـن. ومقدرة المستحلبات على ضبط مخض churning out الدهـن الحـر تلعب دوراً حيويـاً فـى تكويـن تركيب الجيلاتـى أثنـاء التجميـد وأحسـن دهـون نباتية تستخدم هى زيت جـوز الهند وزيت النخيل وزيت بذرة النخيل. والزيوت عادة مهدرجة جزئياً إلى نقطـة إنصهار ٣٠ - ٣٥°م ممـا يجعلـها تعطـى الجيلاتى قواماً مشابهاً لذلك الـذى يعطيـه دهـن اللبن.

وبعكس الزيوت النباتية الأخـرى فـإن زيـت جـوز الهند وزيت النخيل وزيت بذرة النخيـل تحتـوى علـى نسب عاليـة نسبياً مـن الأحمـاض الدهنيـة المشبعة ك $_{١٢}$-ك $_{١٤}$ مثل دهـن اللبن وكنتيجة لذلك فإن نسبة عالية نسبياً من هـذه الزيـوت تتبلر أثنـاء تعتيق الخليط على صفر - ٥°م. ونسـبة معينـة مـن الدهن المتبلر ضرورية لخـواص خفق الخلطة أثناء التجميد،وإذا أستخدم زيت غير مشبع مثـل زيـت عباد الشمس كمصدر للدهن يتبلر دهن أقل مما ينتج عنه جيلاتى له خـواص أكلية أقـل inferior وثبـات أقـل أثنـاء التخزيـن والدهـن غير المشبع يمكن إستخدامه فـى إرتباط مع زيوت جـوز الهند والنخيل وبذرة النخيل.

جوامد لـبن غير دهنية (ج.ل.غ.د MSNF): هـذه تتكون من بروتينات (بروتين كيزين وبروتين شرش) ولاكتوز ومعادن ومصادرهـا الكريمـة واللـبن الفرز ومسحوق اللبن الفرز (س.ل.ف SMP) ومسـحوق الشـرش. وللـبروتين قـوة ربـط المـاء وخـواص إستحلاب. والكيزينات لها قوة ربط عالية فـهى تربط ٣جم ماء لكل ١ جـم بروتين وبروتين الشرش يربط أقل من ١ جم ماء لكل ١جم بروتين.
والكيزينات التى توجـد فـى تحت تجمعات غروية/ مذيـلات submicelles وفـى تجمعـات غرويـة/ مذيلات هى مكون مهم فى تكوين غشاء حبيبة الدهـن الفيزيقى الكيماوى المعقـد. وبعـد تكويـن مسـتحلَب الجيلاتـى (أى أثنـاء التجنيـس) فـإن تجمعـات غرويـة/مذيـلات الكيزين تلتصق جيـداً بحبيبـات الدهـن وبروتـين الشـرش يلتصـق بغشـاء حبيبة الدهن إلى حد محدود جداً.

ونظراً لمحتوى اللاكتوز فإن أقصى كمية ج.ل.غ.د MSNF عادة محدودة إلى ١٠ - ١١٪ ونظراً لإنخفاض ذوبان اللاكتوز فقد يتبلر في بلورات تشبه البلطة tomahawk (>١٥ ميكرومتر) مما ينتج عنه قوام رملي. وقد وجد بطريقة التجربة والخطأ أنه لكي يتجنب الترميل في الجيلاتي فمستوى ج.ل.غ.د MSNF في خلطة الجيلاتي يجب ألا تزيد عن ١٧ جزء في ج.ل.غ.د MSNF لكل ١٠٠ جزء من الماء.

الكربوايدرات: بما فيها اللاكتوز المضاف عن طريق ج.ل.غ.د MSNF ، فالسكريات تمثل أهم مساهم في محتوى الجوامد للجيلاتي وبذا فإن لها تأثير جوهري على تركيب الجيلاتي. وأهم تأثير لها هو تحلية الجيلاتي. وبجانب الهواء المدمج فإن إستخدام الكربوايدرات هو أحسن طريقة لتنظيم نعومة الجيلاتي فهي تخفض من نقطة التجمد ومدى خفض نقطة التجمد يتناسب عكسياً مع الوزن الجزيئي وطردياً مع تركيز السكر.
والحلاوة المرغوبة وكذلك نعومة الجيلاتي النهائية يحصل عليها بإرتباط كربوايدرات مختلفة مع تعديل المستوى النسبي لكل منها.

المثبتات stabilizers: المثبتات مواد متبلرة تتميىء تدريجياً عندما تنتشر في الماء وهي عملية فيها عدد كبير من جزيئات الماء ترتبط أساساً بروابط أيدروجينية. وهذا التأثير الرابط للماء يعضده تأثير جمود الماء water-immobilizing والذي يحدث عندما تكون المثبتات في المحلول شبكة ذات ثلاثة أبعاد تشمل جزيئات المثبت و/أو جزيئات المثبتات المختلفة مع إرتباطات بالبروتينات وهذه الشبكة تحد من حركة طور الماء المتبقي.
وتأثير ربط/جمود الماء يحسن ثبات التخزين للجيلاتي خاصة تَكَوُّن قوام ثلجي بسبب تموجات درجة الحرارة أثناء التخزين والتوزيع يمكن أن يُؤَخر كثيراً. بجانب أن المثبتات لها تأثير حسن على قوام وجسم الجيلاتي، واللزوجة التي تتكون تساهم في كون المنتج يبدو كريمياً عند إستهلاكه. كما أن المثبتات تساهم في مقاومة إنصهار الجيلاتي وتمنع إنفصال الشرش أثناء الإنصهار.
وهناك مثبتات مختلفة منها:
صمغ الجوار guar gum: يذوب على البارد ويكون جيلاتي مع جسم مضيغ لهذا فباستخدامه بكميات كبيرة فإنه يميل إلى تكوين مرغي sliminess وقوام صمغي.
الجينات الصوديوم sodium alginate: عند إضافتها لخلطات الجيلاتي فإنه يلزم التسخين لتذويبها وهي تعطي قواماً قصيراً نسبياً وكذلك خواص إنصهار جيدة وثبات أثناء التخزين.
صمغ الخروب: يحتاج للتسخين إذا أريد ذوبانه الكامل وهو يعطي جسماً وخواص إنصهار ممتازة ومقاومة لصدمة الحرارة. وهو يتفاعل مع بروتينات اللبن ولذا فقد يشجع على إندغام الجل synеresis عندما ينصهر الجيلاتي وهو يتآزر مع الكاراجينان.
كاراجينان carrageenan: يحصل على تأثيره الكامل بالتسخين وهو يؤدي إلى لزوجة عالية نسبياً.

ونظراً لتفاعله مع بروتينات اللبن فهو كثيراً مايستخدم فى إرتباط مع مثبتات أخرى لمنع إنفصال الشرش أثناء الإنصهار.

كربوكسى ميثيل سيليولوز الصوديوم: تذوب على البارد وتعطى جسماً مضيغاً ومقاومة لصدمة الحرارة للجيلاتى وهو يميل إلى التفاعل مع بروتينات اللبن وقد يشجع إنفصال الشرش أثناء الإنصهار.

المستحلبات emulsifiers: هى مواد تمكن من تكوين مستحلَب نظراً لمقدرتها على خفض التوتر السطحىَ. والمستحلبات المستخدمة فى الجيلاتى هى استرات الجليسرول للأحماض الدهنية أحادية وثنائية الجليسريد ولها تأثير على ثلاثة معالم:

١- توزيع حبيبات الدهن: نظراً لصغر حجمها فإن الجليسريدات الأحادية متحركة أكثر من جزيئات البروتين وبالتالى تصل إلى نقيطات الدهن المشتتة الجديدة أولاً، أثناء التجنيس. والجليسريدات الأحادية تقلل على ذلك من كلٍ من متوسط حجم وتوزيع حجم حبيبات الدهن.

٢- فك إمتصاص البروتينات من سطوح حبيبة الدهن: وجود الجليسريدات الأحادية على سطح حبيبة الدهن يؤدى إلى ربط الكيزينات إرتباطاً مفككاً نسبياً إلى السطح. وتحليل البروتين أظهر أنه أثناء التعتيق حدث فك إمتصاص البروتين تدريجياً فى خلطات الجيلاتى. وفك الإمتصاص هذا يسرع به عندما تحتوى خلطات الجيلاتى مستحلِبات. وفك الإمتصاص البروتينى من سطح حبيبة الدهن يشجع تكتل agglomeration حبيبات الدهن ويضع حبيبات الدهن حول خلايا الهواء التى تتكون أثناء خفق وتجميد خلطة الجيلاتى.

٣- تبلر الدهن فى خلطات الجيلاتى : عندما تضاف الجليسريدات الأحادية كمستحلبات لخلطات الجيلاتى فإن عملية التبلر تمتد كما أن محتوى جوامد الدهن فى حبيبات الدهن يزداد. وللوصول إلى ظروف سحب ثابتة جيدة من المجمد فإن مستوى معين من التبلر مهم.

والتغيرات المذكورة أعلاه فى خلطة الجيلاتى عند إضافة الجليسريدات الأحادية والثنائية تسهل إدماج الهواء وتوزيعه مؤدياً إلى قوام أنعم وتلازج أكثر كريمية. وخلايا الهواء الأصغر المتحصل عليها تحسن مقاومة إنصهار الجيلاتى وتمنع الإنكماش أثناء التخزين.

المواد الملونة colorings: الغرض من إستعمال المواد الملونة هو إعطاء الجيلاتى مظهراً لطيفاً delicate وجذاباً يمكن إرتباطه مباشرة بنكهة الجيلاتى. وبعض الألوان تفقد شدتها أثناء المعاملة الحرارية أو التخزين وأخرى حساسة لرقم جـ يد أو تتفاعل مع البروتين. وتستخدم ألوان طبيعية أو صناعية والأخيرة يقل إستخدامها حالياً.

مواد النكهة flavorings: النكهة خاصية مهمة جداً فى الجيلاتى وأن إختلفت أفضليات المذاق والعادات من بلد إلى آخر وكذلك

تكوين الجيلاتي. ومواد النكهة المهمة هي الفواكه ومستخلصات الفاكهة والمماثلة للطبيعية nature-identical والنكهات الصناعية والكاكاو والنقل والسكريات والتوابل والشكولاتة. والنكهة تتوقف على الوصفة المتبعة recipe. ومحتوى الدهن له تأثير جوهري على النكهة وتبعاً لذلك فإن النكهات في الجيلاتي ذى نسبة الدهن العالية عالية وهي أعلا من الجيلاتي ذى نسبة الدهن المنخفضة إذا أريد الحصول على نفس شدة النكهة. وزيادة الحجم عامل جوهري بالنسبة للنكهة فزيادة حجم عالية تحتاج إلى محتوى أعلا من مواد النكهة.

مراقبة الجودة في الجيلاتي
quality control of ice cream

تتوقف جودة الجيلاتي على تحقيق خواص صحيحة للون والنكهة والتعبئة والجسم والقوام والإنصهار والحالة البكتريولوجية والكيماوية. وعلى ذلك فتجرى إختبارات فسيوكيماوية وبكتريولوجية وعضوية حسية. والإختبارات الفسيوكيماوية والبكتريولوجية تعطى معلومات حول إختلافات في العملية والتركيبة formulae وحول ما إذا كان المُنتج يتبع القوانين. ولكن إرتباطها مع الخواص الحسية للجيلاتي محدود وللحصول على الخواص الأكلية يجب إستخدام تقدير عضوى حسي بإستخدام هيئة تذوق taste panel.

وتقدير الخواص العضوية الحسية يمكن تقسيمها إلى: ١- الشم والمذاق. ٢- التلازج consistency والقوام. ٣- اللون والمظهر. ٤- خواص الإنصهار. وتقدير التلازج والقوام مهم بالنسبة للخواص الأكلية والجدول (٣) يعطي بعض عيوب التلازج والقوام في الجيلاتي وأسبابها.

جدول (٣): عيوب التلازج والقوام العامة وأسبابها.

العيب	السبب
قصير/قصف/مفكك	عدم وجود مستحلب كافٍ أو مثبت كافٍ. عدم وجود جوامد كافية. زيادة حجم كبيرة جداً. عدم كفاية التجنيس.
جَشِب/صمغي	مثبت زائد. محتوى جوامد زائد.
مقفول/ثقيل	عدم كفاية زيادة الحجم. محتوى جوامد زائد.
خشن/ثلجي	عدم كفاية المثبتات. عدم كفاية محتوى الجوامد. عدم كفاية التعتيق. عدم كفاية التجنيس. تجميد بطيء جداً. صدمة حرارية.
رملي	زيادة ج.ل.غ.د. بطء التجميد/التصليب. تموج درجات الحرارة أثناء التخزين.
شحمي/كتلي lumpy	مستحلب زائد أو محتوى دهني زائد. عدم تجنيس كافٍ.
مفتوح/ثلجي snowy	زيادة كبيرة في زيادة الحجم. محتوى مواد صلبة غير كافٍ.

(Macrae)

الكائنات الدقيقة microbiology

المواد الخام: المكونات الرئيسية والمضافات
raw materials: major components & additives

المعاملة الحرارية لخلطات الجيلاتى تسمح بإنقاص عدد البكتيريا وتهدم البكتيريا الممرضة فهى لاتصحح من الجودة الصحية للمكونات.

واللبن السائل والكريمة واللبن الفرز واللبن الفرز المركز يجب أن تكون قد أخذت معاملة حرارية كافية ويجب أن تحفظ تحت تبريد حتى تستخدم جيداً وإلا إحتوت على عدد من البكتيريا بما فيها البعض الممرض (*Mycobacterium* spp ، *Streptococcus* spp. ... ألخ).

وأهم كائنات قد تكون موجودة هى القضيبية المكونة للجراثيم والكروية الدقيقة والمحبة للبرودة والمقاومة للحرارة thermoduric وهى ليست خطراً صحياً رئيسياً ولكنها قد تفسد الخلطة. ومساحيق اللبن قد تحتوى قضيبية bacilli تكون جراثيماً أو سالمونيلا. ومسحوق الشرش قد يحتوى زعاف الكروية فى سلاسل *Staphylococcus* وعلى ذلك فالتخزين تحت ظروف باردة وجافة هام.

والزبد وزيت الزبد (دهن اللبن غير المائى) يتوقع أن تكون فى حالة صحية جيدة إذا كانت قد بسترت جيداً ولكن أحياناً يوجد بها عدد صغير من بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة وأشكال كولى وكائنات ليبوليتية خاصة *Pseudomonas* sp. المسئولة عن فساد الزبد كما قد يوجد بعض الفطر والخميرة. وعندما يسمح بإستخدام دهن غير دهن اللبن كالدهن النباتى فإنه فى تصنيعه تستخدم درجات حرارة عالية وعلى ذلك فلايحتوى إلا على كائنات قليلة حداً ويجب ألا تخزن الزبد إلا على درجات حرارة أقل من -٢٠°م وأن يخرن زيت الزبد والدهن النباتى فى ظروف مبردة وجافة.

وتستخدم السكريات وهذه نادراً مايحدث لها فساد إذا حضرت وعوملت وخزنت جيداً ولكن قد يوجد بعض الفطر والخميرة وهذه قد تكون السبب الرئيسى فى التلوث ومعها أيضاً بعض أنواع البكتيريا من *Bacillus* و *Leuconostoc*. والخميرة التناضحية يمكن أن تنمو فى أشربة السكر وقد ينمو الفطر على السطح فيجب إختبار وجودها.

والمثبتات تحضر بطرق تستخدم حرارة عالية وإذا عبئت تحت ظروف صحية فلا تكون مصدراً مهماً للبكتيريا. والجيلاتين مهم وكذلك المستحلبات وإذا استخدم البيض فيحسن إجراء بسترة لتجنب التلوث بأنواع الـ *Salmonella*.

والفاكهة والنقل والشكولاتة ومواد النكهة واللون تضاف للجيلاتى أو تستخدم كمغطيات وإذا أضيفت بعد المعاملة الحرارية للخلطة فقد تكون مصدراً للتلوث. وإذا أستخدمت الفواكه الطازجة فالخمائر والفطر الى تسود فلورا الكائنات الدقيقة قد تكون مشكلة. وكذلك لب الفاكهة والمركزات والنُقل قد يحتوى فطراً وربما زعافاً فطرياً وجوز الهند قد تحتوى سالمونيللا فالأحسن إستخدام نُقل محمص محفوظ تحت ظروف صحية. ومواد النكهة واللون المنتجة بإهمال قد تسبب مشاكلاً إذا أضيفت بعد البسترة.

ويُقْتَرَح إجراء أختبار كائنات دقيقة على المواد الخام.

التصحاح أثناء الإنتاج
hygiene during production

خلطة الجيلاتى السائلة تجنس وتبستر ويفضل التجنيس قبل المعاملة الحرارية ثم تعتق وتبرد الخلطة إلى حوالى ٤°م وبعد التعتيق تذهب إلى المجمد حيث تقلب جيداً وتخفض درجة حرارتها ويدمج فيها هواء. وقد يباع الجيلاتى مباشرة أو يحفظ على درجة حرارة حوالى -٣٠°م حتى التوزيع وأثناءه. وجميع هذه الخطوات يجب أن تجرى بطريقة صحية. وهدم الكائنات الممرضة مع خفض أعداد البكتيريا يحدث إذا عوملت الخلطة بمعاملة حرارية جيدة. ويجب ألا تبقى الخلطة على درجة حرارة عالية قبل المعاملة الحرارية لتجنب تكاثر الكائنات. وتبريد الخلطة يجب أن يكون سريعاً حتى لاتتكاثر الكائنات وإلا نتج ناتج ذو أعداد كائنات دقيقة عالٍ وربما حدثت عدوى. وإذا حدث وقوف نظام التبريد أثناء التعتيق فيجب رمى الخلطة لأن البسترة الجديدة تقتل الكائنات ولكنها لاتهدم الزعاف الذى قد يوجد.

وإدماج الهواء أثناء التجميد قد يسبب تلوثاً محمولاً بالهواء ولذا يجب إمرار الهواء خلال مرشحات لمنع الكائنات.

وبجانب المعاملة الجيدة للأجهزة فإن تنظيف وتصحاح sanitizing المصنع والأجهزة هام جداً. فتنظف الأجهزة بعد الإستخدام مباشرة وتصحح ويتم هذا عادة فى نهاية عمل اليوم. وعدم التنظيف والتصحاح الجيد قد يترك جيوباً من الجيلاتى حيث يحدث تكاثر وبالتالى إعادة تلوث للخلطة.

ويجب أن يكون هناك حجر منفصلة للمنتج غير المبستر أو الخام لتجنب تلوث الأجهزة وإحتمال إختلاط المنتجات المبسترة وغير المبسترة. وكذلك يجب وجود حجر للتخزين محمية من التلوث وجافة وباردة.

والأشخاص الذين لايمكن الإستغناء عن إتصالهم بالجيلاتى يجب أن يكونوا ذوى صحة جيدة وخاليين من الأمراض المعدية ولهم عادات صحية جيدة. والتعليم والتفتيش الطبى هام وقد تسبب مواد التعبئة بعض المشاكل ولكن إذا عوملت وخزنت جيداً فلا مشاكل. ويجب ألا يوجد أى حيوانات أو طيور أو قوارض أو حشرات أو حيوانات أليفة كالكلاب والقطط.

التخزين

الجيلاتى به المكونات الأساسية (السكريات والبروتينات والماء) والأكسجين ورقم جيد مرتفع وثابت نسبياً للكائنات الدقيقة أن تتكاثر. ولايغيب إلا درجة الحرارة المرتفعة فإذا حدث وإرتفعت درجة الحرارة فإنه يحدث تكاثر الكائنات الدقيقة التى بقت بعد المعاملة الحرارية أى أتت من تلوث أو مناولة غير صحية أو تعتيق الخلطة على درجات حرارة أعلا من ٤°م.

والتجميد يثبت محتوى الكائنات الدقيقة للجيلاتى التى لاتتكاثر وبعض الأنواع الحساسة (سالبة لجرام) تموت والجيلاتى المصلب hardened والذى حضر جيداً يمكن حفظه لعدة شهور على درجات حرارة التجميد ولاتظهر المشاكل إلا إذا كان هناك تأخير من البسترة إلى التصلب التجميدى وكذلك

فـي حـالات الإنصـهار وإعـادة التجميـد والـذى يتسبب عن إختلافات درجة الحرارة أو فشل فـى نظام التجميد.

وفـى كثير من الأحيـان مسـاحة المبرد (المجمـد) محـدودة وتسهيلات التنظيـف والتصحـاح للمجمـد تكون غير كافية وفـى هـذه الحـالات قـد يحتـوى الجيلاتى علـى كائنـات دقيقـة تـؤدى إلى تدهـور الجـودة أو حتـى تسـمم غذائـى بواسـطة *Salmonella*، *Staphylococcus*، *Shigella*، مجموعة كائنات أ من الـ *Streptococcus* A.

والجيلاتى المصنـوع فـى المـنزل قـد يعـانى مـن إستخدام لبن خام وبيض يحتـوى سالمونيللا وعـدم معاملة حرارية كافية وتلـوث من أشخاص معديين ويعطـى منتجـات بـها كائنـات دقيقـة بأعداد كبـيرة وخاصة البكتيريا الممرضة والتى يمكنها البقاء عدة شهور فى الجيلاتى الملوث.

المشاكل عند نقاط البيع

الجيلاتى المعبأ والمباع فى عبوات يعتبر أكثر أماناً. ودرجـات أكـبر مـن التلـوث تحـدث فـى الجيلاتـى الـذى يبـاع فـى كيزان/مخـاريط cones أو مجـزءاً من كتلة جيلاتى فى المطاعم أو من عربات. ويجب لتقليل فرصة التلـوث أن تحفـظ الأدوات تحت تيـار من ماء بارد بحيث تزال أى بقايا للجيلاتى.

والجيلاتى الذى يباع طرياً soft-serve يمكـن أن يتلـوث فيجـب إستخـدام مجمـدات توزيـع تعمـل بإسـتمرار وتوضـع داخـل المحـل مـع الحنفيات مواجهة للداخل ويجب ألا تعرض مباشـرة للشـمس أو الغبـار أو الذبـاب ... الخ. وأن ينظـف ويطهر المجمـد دائمـاً مـرة واحـدة يوميـاً علـى الأقل.

وقـد حـدث تسـمم غذائـى مـن مناولـى الأغذيـة فحدثـت حمـى التيفـود نتج عنها مـوت وكـان هـذا الشخص مفرزاً لـ *Salmonella typhi* فى البـول. وكان هناك حالة من دوسنطاريا الـ *Shigella* نتيجة مـس الجيلاتـى صدفـة بواسـطة فـرد وحـالات مـن سـالمونيللا واسـتافيلوكوكاى ... الخ. ولـذا مـن الضرورى تحسين عادات البائعين وتعليمهم بجـانب الفحص الطبى وكذلـك يجـب ألا يوجـد طيـور أو قـوارض أو حشرات أو حيوانـات أليفـة فـى أمـاكن البيع والتخزين. (Macrae)

الأهمية الغذائية dietary importance

الجيلاتى غـذاء لذيـذ سـهل الهضـم متـوازن جيـداً وصحى ويختلف تركيبه تبعاً للقوانين وتعقد منتجـات الجيلاتى. ويعتقد أن الطاقة منه ما بين ١٨٠ - ٢١٠ كيلو كالورى لكل ١٠٠جـم جيلاتى. ومتوسـط جزء الجيلاتى الذى يقاس بالحجم بدلاً من الـوزن تعتبر مـابين ١٠٠ - ١٢٥مـل (٥٠ - ٧٩جـم) وتعطـى ١٠٠جم كيلوسعر.

تكوين المغذيات الرئيسية macronutrient composition

أهم مكونات الجيلاتى جوامـد اللبن ودهـن اللبن أو الدهن النباتى والكربوايدرات المضافة.

والجيلاتى غنى فى البروتين وهـو يعطـى إسـهاماً متوازناً غذائياً وهـو يعتبر مصدراً جيـداً - حيـث أنـه يأتى من اللبن - للمعادن خاصة الكالسيوم بالنسبة للأطفال. ويحتوى الجيلاتى علـى ٣,٩٪ بروتـين ،

١١,٧٪ دهن ، ٢١,٠٪ كربوايدرات وكل ١٠٠جم تعطى ٢١٠ كيلو سعر.

تكوين المغذيات الدقيقة
micronutrient composition

الفيتامينات والمعادن الكبيرة والمعادن الدقيقة الموجودة في الجيلاتي تظهر في الجدول (٤). وهو غني في الكالسيوم وبه مستويات جوهرية من اللاكتوز والأحماض الأمينية وهذه تعزز إمتصاص الكالسيوم وتشجع معدنة mineralization العظام ولكنه فقير في الحديد وفيتامياتن ج ، د، هـ.

المقارنة بين جيلاتي اللبن وجيلاتي غير اللبن

الجيلاتي المصنوع من كريمة أو زبد (جيلاتي اللبن) وذلك المصنوع من دهن نباتي (جيلاتي غير اللبن) يتقاربان أساساً في القيمة الغذائية ولكن المصنوع من اللبن أعلا في فيتامين أ وذلك المصنوع من دهن نباتي أعلا في فيتامين هـ. كما أن هناك فرقاً في نسب الدهن المشبع وغير المشبع فالجيلاتي المصنوع من زيت النخيل أقل في الدهن المشبع بينما المصنوع من زيت جوز الهند به نسبة أعلا من الدهن المشبع عن المنتج من الزبد.

محتوى السكر : تساهم الكربوايدرات بـ ٤٠ - ٥٠٪ من سعرات الجيلاتي والسكروز أكثرها إستخداماً ولكن يوجد عادة ثلاثة أنواع من المحليات: السكروز واللاكتوز والمالتوديكسترين من شراب الذرة. ودرجة الحلاوة المفضلة تختلف من بلد إلى آخر وتتراوح النسب المكافئة للسكروز ١٣ -١٩٪ والكربوايدرات الكلية حتى ٢٥٪. ويحتاج الأمر إلى أن يفكر في السكريات في ضوء: ١- إحتياج لمحليات أقل في السعرات. ٢- إحتياج منتجات أكثر مناسبة لمرضى البول السكري . ٣- البحث عن منتجات لاتعطى سعرات. ومع ذلك يجب تذكر أن السكر في الجيلاتي لايساهم بأكثر من ١ - ٤٪ في غذاء الإنسان.

الإدعاءات الغذائية nutritional claims: الجيلاتي المنتج كما هو يحتوى كثافة منخفضة السعرات بسبب إرتفاع نسبة الهواء والماء ولكن يمكن إزالة السعرات بتقليل الدهن والسكريات أو بإحلال كحولات سكرية محل السكر أو بإحلال محليات صناعية مثل السكارين أو نيوتراسويت (اسبارتام) محل السكر.

وهناك ثلاثة كحولات سكر لاكتيتول ومالتيتول maltitol وبالاتيبيت palatinit (مخلوط من المانيتول والجلوسيتول) يمكن إستخدامها. والسكر يعطى ٤ كيلو سعر لكل جرام بينما يعطى المالتيتول ٣ كيلو سعر لكل جرام واللاكتيتول والبالاتينيت ٢كيلوسعر لكل جرام فقط.

الإحلال الكامل للسكر بواسطة محليات صناعية صفر كالوري لايمكن ألا إذا قام مكون آخر بالخواص الوظائفية للسكر فمثلاً عديد الدكستروز polydextrose يظهر بعض خواص السكر الوظائفية ولكنه لايعطى أي حلاوة وهو يقاوم الأحماض والإنزيمات الهاضمة وعلى ذلك فهو يؤيض جزئياً فقط ولايعطى إلا سعراً واحداً. والسوربيتول والفركتوز هما أكثر مواد مستخدمة لتحل محل السكر لمرضى البول السكري.

جدول (٤): تكوين المغذيات الدقيقة في الجيلاتي واللبن.

المغذى الدقيق (/ ١٠٠ جم)		جيلاتي لبن	لبن كامل مبستر	الموصى به يومياً للبالغ	نسبة مايعطيه الموصى به يومياً من ١٠٠ حم جيلاتي
فيتامينات قابلة للذوبان في الماء					
فيتامين ج	(مجم)	١	١	٦٠	١.٧
ثيامين (فيتامين ب$_1$)	(مجم)	٠,٠٤	٠,٠٤	١,٥	٢,٧
ريبوفلافين (فيتامين ب$_2$)	(مجم)	٠,٢٥	٠,١٧	١,٨	١٣,٩
بيريدوكسين (فيتامين ب$_6$)	(مجم)	٠,٠٨	٠,٠٦	٢,٠	٤,٠
فيتامين ب$_{12}$ (كوبالامين)	(ميكروجرام)	٠,٤	٠,٤	٢,٠	٢٠
حمض نيكوتينيك	(مجم)	٠,١٣	٠,٠٨	٢٠	٠,٧
حمض بانتوثينيك	(مجم)	٠,٤٤	٠,٣٥	–	
بيوتين	(ميكروجرام)	٢,٥	١,٩	–	
فولات	(ميكروجرام)	٧	٦	٢٠٠	٣,٥
فيتامينات قابلة للذوبان في الدهن					
ريتينول (فيتامين أ)	(ميكروجرام)	١١٥	٥٢	١٠٠٠	١١,٥
كاروتين	(ميكروجرام)	١٩٥	٢١	–	
فيتامين د	(ميكروجرام)	٠,١٢	٠,٠٣	١٠	١,٢
فيتامين هـ	(مجم)	٠,٢١	٠,٠٩	١٠	٢,١
المعادن الكبيرة					
كالسيوم	(مجم)	١٣٠	١١٥	١٢٠٠	١٠,٨
فسفور	(مجم)	١١٠	٩٢	١٢٠٠	٩,٢
مغنيسيوم	(مجم)	١٣	١١	٣٥٠	٣,٧
صوديوم	(مجم)	٦٩	٥٥	–	
كلوريد	(مجم)	١١٠	١٠٠	–	
بوتاسيوم	(مجم)	١٦٠	١٤٠	–	
كبريت	(مجم)	موجود	٣٠	–	
المعادن الدقيقة					
حديد	(مجم)	٠,١	٠,٠٥	١٥	٠,٧
خارصين	(مجم)	٠,٣	٠,٤	١٥	٢
نحاس	(مجم)	٠,٠٢	آثار	–	
سيلينيوم	(ميكروجرام)	موجود	١	٧٠	
منجنيز	(مجم)	آثار	آثار	–	
يود	(ميكروجرام)	موجود	١٥	١٥٠	

أهمية الجيلاتي : الجيلاتي لذيذ ويمكن أن يكون مغذياً لإحتوائه على كل المغذيات الكبيرة وكثير من المغذيات الدقيقة وهو مصدر هام للطاقة فـ ٥٠ جم منه تعطى ١٠٠ كيلو كالورى تقريباً وهى تساوى نفس القيمة تقريباً للزبادى الكامل ولكن أقل مرتين ونصف عن الشكولاتة. ونظراً لإدماج الهواء فيه فهو ضعف حجم الزبادى والشكولاتة.

(Macrae)

الزبد butter

لم تتغير طريقة تصنيع الزبد على مدى السنين فيما عدا الأجهزة المستخدمة. وفى تصنيع الزبد تعرض الكريمة للتقليب الشديد وهذه العملية التى تسمى "مخض churning" تسبب إحتكاك وارتجاج concussion لحبيبات الدهن بحيث تتضرر وتكتل ككتلة clump مع بعضها. وفى طريقة مبسطة يمكن القول أن مستحلب الزيت-فى-الماء فى الكريمة قد تحول إلى مستحلب ماء-فى- زيت فى الزبد. وبعض حبيبات الدهن فى الكريمة توجد منتشرة فى شبكة من بلورات الدهن والزيت.

أنواع الزبد types of butter

كريمة حلوة sweet cream

١ – مملحة مع محتوى ملحى ٢٪ ولكن يمكن أن يختلف من ١,٥إلى ٣٪

٢ – غير مملحة.

لاكتيك lactic

١ – مملحة خفيفاً مع محتوى ملح حوالى ١٪.

٢ – غير مملحة.

الشرش ويسمى أحياناً زبد المزرعة farmhouse butter وينتج من كريمة الشرش وهى ناتج ثانوى لعمل الجبن وتبلغ نسبة محتوى الملح فيه حوالى ٢٪.

المواد الخام raw materials

جودة ومناولة المواد الخام مهمة جداً فى تحقيق جودة من الدرجة الأولى فى المنتج النهائى.

الكريمة cream: أهم العناصر هى: ١- لبن نظيف. ٢- فصل كفء إلى محتوى دهنى معين. ٣- بسترة ذات كفاءة (معاملة حرارية) وتبريد . ٤- ضبط درجة الحرارة أثناء التخزين. ٥- العناية فى مناولة الكريمة فيزيقياً.

يفضل اللبن الخام بمحتوى كائنات دقيقة منخفض (أقل من ٢٠٠٠٠ كائن فى الملليلتر). وكل حبيبة دهن محاطة بغشاء يتكون من فوسفوليبيدات وبروتين وسمكه حوالى ١٠ نانومتر وحساس للإحتكاك abrasion وطبيعة الغشاء تتغير قليلاً بالتبريد وجزء منها يصبح ذائباً. ويفصل اللبن إلى كريمة ولبن فرز فى فاصلات طرد مركزى ويجب فى كل مراحل مناولة اللبن وتحضير الكريمة أن يراعى العناية لتجنب إحتكاك غشاء حبيبة الدهن بالضخ الزائد excessive pumping أو الإزعاج/ الإضطراب turbulence والفاصلات مصممة بحيث تحدث ضرراً بسيطاً كلما أمكن فى حين تحقق درجة عالية من الكفاءة. وتنصح الطرق التقليدية بمحتوى دهن ٣٠ - ٣٥٪ بينما تصنيع الزبد الحديث بالطريقة المستمرة يستخدم ٤٠ - ٤٤٪

دهن زبد للكريمة الحلــوة ، ٣٨ - ٤٠٪ دهن زبد للكريمة الحامضة أو المعاملة بالمزرعة cultured. ومن العادة معاملة الكريمة حرارياً بعد الفصل وهذا يمكن فى النطاق الصغير بالتسخين فى دن vat إلى درجة حرارة لاتقل عن ٦٣°م مع الإحتفاظ بالكريمة على هذه الدرجة على الأقل لمدة ٣٠ ق. وهـذه الطريقة "طريقة الإحتفاظ holder method" بطيئة وعديمة الكفاءة حيث أن التسخين والتبريد يجرى فى نفس الوعاء. وهى تصلح فقط لكميات صغيرة من الكريمة.

وللإنتاج على نطاق أوسع تعامل الكريمة فى مبادل حرارى ذى ألواح مستمر بطريقة (د.ح.ع.ز.ق HTST) إلى على الأقل ٧٢°م لمدة ١٥ ثانية. وهناك خطر من تزنخ تأكسدى يشجع بهجرة النحاس من السيرم إلى حبيبات الدهن وهذا يزيد مع درجات الحرارة العالية فى المعاملة ولهذا السبب يوصى أن الكريمة المستخدمة فى عمل الزبد تعامل بدرجة حرارة أقصاها ٧٧°م لمدة ١٥ ثانية ولكن الذى يحدث أن درجة حرارة ٨٠°م وأعلا تستخدم. وكثيراً مايفضل نكهة الكرملة التى يحصل عليها بالتسخين إلى ٨٥°م لمدة ١٧ ثانية.

وإزالة رائحة القشدة تحت فراغ vacreation تجرى لإزالة رائحة العلف والحشائش فيحتفظ بالكريمة الساخنة على إتصال بالبخار تحت ضغط مخفض ثم تفصل للسماح بإزالة اللطخ taints. وهذا إرتباط معاملة بين التسخين ونزع النكهة وقد يستخدم التبريد التبخيرى إلى حوالى ٦٠°م لضبط محتوى الدهن فى الكريمة. والتبريد النهائى للكريمة يحدث فى مبادل حرارى ذى ألواح.

والكريمة المستخدمة فى عمل الزبد يجب تبريدها "وتعتيقها aged" ليكون تبلر حبيبات الدهن أمثل. والحرارة الكامنة المطلقة تزيد من درجة حرارة الكريمة فى السلوة/الصومعة silo إلى ٧-٨°م من أصل درجة حرارة التبريد وهى ٥°م. والتعتيق أى الإحتفاظ بالكريمة على درجة حرارة حوالى ٥°م على الأقل لمدة ٨ ساعات ضرورى لإنتاج زبد له القوام المرغوب. وضبط درجة الحرارة بكفاءة مفتاح فى عمل الزبد الناتج.

وكلاً من معدل التبريد ودرجة حرارة الإحتفاظ يلعب دوراً مهماً فى حجم البلورات وفى نسبة الدهن الصلب-إلى-السائل التى تتحقق داخل الحبيبات. والسلوات/الصوامع الكبيرة للتخزين مفضلة على سلسلة من تنكات الكريمة الصغيرة حيث هناك تجانس أحسن مما يسمح لأجهزة عمل الجبن أن تعمل بمنتج أكثر ثباتاً لمدة أطول.

الماء water: الماء يجب أن يكون من أحسن جودة للكائنات الدقيقة.

مزارع اللاكتيك lactic cultures: يتطلب تقليدياً كريمة محمضة أو منضجة لإنتاج زبدة اللاكتيك lactic butter وهى النكهة المفضلة فى بعض البلاد ويمكن ترك اللبن أو الكريمة يحمض طبيعياً ولكن هذا لايوصى به وليس عملياً. ومزرعة من كائنات دقيقة لاكتيكية تحتوى *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* سابقاً Streptococcus cremoris ،

Lactococcus lactis subsp. *lactis* *Lactococcus* . (*Streptococcus lactis*) *lactis* biovar. *diacetylactis* (*Streptococcus diacetylactis*) قد تضاف إلى الكريمة لإعطاء النكهة والعبير المرغوبيـن. وأول منتـج للعبيـر هـي *L lactis* biovar. *diacetylactis* ، *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*.

الملح salt: يضيف الملح النكهة ويعمل على حفظ زبد الكريمة الحلـوة. وهـذا أقـل أهميـة إذا أستخدمت طرق صحية. وللتخزين لمدة قصيـرة فإن كتل الزبد bulk butter تخزن علـى درجـة حـرارة -١٨°م سواء كـان بـها ملـح أم لا. وبعـض الزبـد لايملـح ويخـزن علـى -٢٥°م. ويجـب إستخدام ملح مجفف تحت فراغ.

طرق التصنيع manufacturing processes

طريقة المخضة churn method: مخضة الزبد بالدفعات قد تختلف في سعتها من بضع لترات إلى أقصى حد حـوالي ٤٥٠٠٠ لتر وكـانت تصنـع مـن خشب ولكنها الآن تصنع من صلب غير قابل للصدأ. وبعـد تنظيـف وتطـهير المخضـة يجـب تحضيرهـا خصيصاً لمنع الزبـد مـن الإلتصـاق بالسـطح. وفـي المخضات الخشب يتم هذا بالسمط بالماء المغلى ثم التبريد مباشرة بمـاء مبرد. وهـذه المعاملة تترك فلماً من الماء على سطح الخشب وتمنع الزبد من الإلتصاق به. وكل الأجهزة الخشبية يجب أن تبقى مبتلة حتـى الإستخدام. وسطوح الأجهزة المصنعة مـن الصلـب غير القـابل للصـدأ يجـب أن يجـرى تنظيفها بمنظـف يحتـوى سيليكات حتـى تحتفـظ بسطح غير ملتصق non-stick. ومخضـات الزبـد بالدفعات قد تكون على شكل برميل أو مخروط مع شاغلات workers داخلية مثبتـة أو دوارة. وكلمـا دارت المخضـة فـإن الفعـل المشـترك للـدوران والضرب يسبب أن الكريمة تتكسر مكونـة حبيبـات زبد (الطور الدهنى) ومخيض اللبن (الطـور المـائى) buttermilk. وخلال الدورات القليلة الأولى تتحرر غـازات مثل ك أ، مـن التخمـر غـير المتجـانس مـن الكريمة ومـن أجـل الإحتفـاظ بضغـط موحـد فمـن الضرورى إطلاق هذه الغـازات وهـذا يتم بـالضغط على صمام صغير في غطاء المخضة. وكل مخضـة لها زجاج بيان نافذة صغيرة خلالها يمكن رؤيـة مـاذا يتم داخـل المخضة. وعنـد المخض اليدوى فإن الكريمة يُشعَر بها أثقل عندما تبتدىء في الثخانة وهذا يأخذ ١٥ - ٢٠ق من بـدء المخض. والكريمة تتكسر وتكون حبيبات صغيرة من الزبد ترى بوضـوح على زجاج البيان. وحجم حبيبات الزبد يختلف تبعاً لنـوع وحجـم المخضة ومـن المـهم ألا يسـمح لهـا بالنمو وتكوين كتلاً lumps إذ هـذا يسـبب عـدم توزيـع موحـد لمخيض اللبن. وللممخـض اليـدوى يجب أن تبقى الحبيبات صغيرة حـوالي ٣مم فـي القطر مثل حب القمح.

ويستخدم ماء عنـد ٥°م لتصليب وضبط حجم هذه الحبيبات وإزالة آثار مخيض اللبن. والغسيل ينقص من الإتاء وليس ضروريـاً إذا كـانت الكريمـة مـن جودة جيدة وإتخذت جميع إحتياطات التصحاح. وتقليدياً فان الزبـد المغسـول جيداً يكـون لـه عمر رف أطـول عـن الزبـد غـير المغسـول أو فـوق

المشغول overworked. ويمكن إضافة الملح جافاً أو على هيئة ماج كغسيل أخير. وإضافة الماج (محلول ١٪) إلى حبيبات الزبد أستخدم لإنقاص الحاجة إلى ماء تبريد وهذا مهم أثناء الجو الدافىء حيث يوجد نقص فى الماء البارد. كما أنها تمنع التخطيط streakiness نتيجة عدم خلط الملح جيداً. وللتمليح الجاف فإن الكمية المحسوبة ترش على حبيبات الزبد لإعطاء ٢٪ فى الناتج النهائى.

وتشغل worked حبيبات الزبد لطرد الرطوبة الزائدة ولكى تخلق توزيعاً موحداً دقيقاً لنقطيات الماء وإنتاج قوام مغلق ومنتج موحد اللون وهذا يتم بإستخدام الشاغلات داخل الممخضة أو خارجياً بإستخدام الأيادى الأسكتلندية Scotch hands (أيادى خشب مصنوعة من خشب به أخاديد) أو لدائن وتستخدم لتشكيل وطبع تصميمات جذابة على الناتج النهائى. وأثناء فترة الشغل والتصفية وإضافة الملح تختبر العينات لتحديد محتويات الملح والرطوبة. ويحدد العامل نقطة النهاية للشغل عندما يكون محتوى الرطوبة مابين ١٥,٥٪ ، ١٦٪ ويتم ذلك بالنظر فتزال الزبد من الممخضة وتكون معدة للتعبئة. ونسبة الرطوبة يجب ألا تتعدى ١٦٪ (بالقانون).

الزبد المعامل بالمزارع cultured butters:
تقليدياً تلقح الزبد بمزارع خاصة من البكتيريا. وإنخفاض جـ يد وتكوين النكهة يعطى منتجاً نهائياً له نكهة اللاكتيك وتحتاج هذه الطريقة لتسهيلات مزارع البادىء ولضوابط المعامل، وتنكات إنضاج الكريمة وتسهيلات للتبريد والتعتيق وبروجراماً لضوابط درجة الحرارة ومراقبة جـ يد.

ويتم تلقيح الكريمة بحوالى ١٪ من المزرعة وتحضن على ٢٠ - ٢٧°م حتى يصل رقم جـ يد النهائى ٥,٣ - ٤,٧ ويتوقف ذلك على نكهة اللاكتيك المفضلة. ثم تبرد الكريمة لوقف التخمر وللحصول على تبلر الدهن المرغوب.

وطريقة التصنيع بالدفعات لاتختلف عن تلك المستخدمة مع الكريمة الحلوة وعيب هذه الطريقة التقليدية أن مخيض اللبن يحتوى حمض لاكتيك مما يسبب مشاكلاً كبيرة فى التخلص منه. كما أن سلوك مزرعة البادىء ليس دائماً ثابتاً فينتهى بمنتجات تختلف. وبسبب مشاكل وتكاليف مزرعة الكريمة والتخلص من مخيض اللبن "اللاكتيك" فقد أوجدت طرق لعمل زبد مزرعة أو لاكتيك من الكريمة الحلوة. وطريقة نيزو Nizo التى أوجدت فى منتصف السبعينات تتكون من مخض الكريمة الحلوة وإضافة خلطة خاصة تحتوى مركز شرش معامل بالمزرعة ومزرعة بكتيرية بعد عمل حبيبات الزبد. وهذا أعطى فائدة كبرى فى أنه أمكن التصنيع من كريمة حلوة وبذا ينتج مخيض لبن من كريمة حلوة وهو له قيمة تجارية أعلا عن مخيض لبن الكريمة المعاملة بالمزرعة.

ونظام المزرعة البيولوجية غير المباشرة يشتمل على إضافة نوعين من مزرعة بادىء إلى الممخضة فى مرحلة الشغل. وإرتباط البكتيريا المنتجة للعبير القوى وحموضة خلطة المزرعة ينتج عنها رقم جـ يد ونكهة فى الزبد تشبه الزبد التقليدى المعامل بالمزرعة.

وإضافة مقطر البادىء يعطي طريقاً بديلا لتنكيه الزبد بدون الحاجة لأجهزة المزرعة.

عمل الزبد المستمر
continuous buttermaking

تتميز منذ إبتدائها في حوالي سنة ١٩٩٠ بالتصحاح وضبط الجودة وكفاءة العملية ولازالت التحسينات مستمرة. وتحضير الكريمة مشابه لذلك في التصنيع التقليدي. ومن تنك التخزين تضخ إلى المرحلة الأولى وعمل الزبد بسرعة ثابتة وتحت درجة حرارة ثابتة. وتختلف مقدرة عمل الزبد المستمر من وحدات صغيرة ١٢كجم/ساعة إلى أكثر من ١٠ أطنان/ساعة. وعمل الزبد يتكون من. ١- قسم الضرب والمخض. ٢- قسم الشغل working section.

قسم الضرب والمخض the beating & churning section: يعمل الضارب في غرفة إسطوانية وفي هذه الغرفة الأولى يتكسر غشاء حبيبة الدهن ويحدث التكتل agglomeration الأول. وينقل مخلوط حبيبات الزبد الصغيرة ومخيض اللبن من حجرة الضرب إلى الوحدة الثانية وهي حجرة المخض churning وهذه تتكون من إسطوانة حيث يحدث المخض الأخير وفيها يوجد مرشح مخرم - إسطوانة فصل - لفصل مخيض اللبن عن حبيبات الزبد. وقد يحدث تبريد بدوران ماء بارد في جدران غرفة المخض. وفي بعض المكن أول مخيض لبن يبرد ويدار. وفي هذا القسم يسمح لحبيبات الزبد بالنمو إلى الحجم المطلوب. وتختلف سرعة الضارب ودرجة حرارة المخض ومحتوى مخيض اللبن عن الكريمة قليلا وصانع الزبد الخبير يضبط هذه المعالم تبعا للموسم والأجهزة وقوام وتلازج الزبد الناتج. ودهن أكثر تماسكا وبالتالي زبد أكثر تماسكاً يحصل عليه في الشتاء عن الصيف بجانب أن درجة حرارة الكريمة تحفظ على درجة حرارة أقل في الصيف (٥-٧°م) عنها في الشتاء (١٠°م).

قسم الشغل the working section: يوصف هذا الجزء بأنه "مدفع cannon" نظراً لشكله. والزبد ينقل بواسطة ناقل مخروطي من نوع أرشميدس خلال ألواح ذات ثقوب aperture plates وعملية عجن أو شغل الزبد تؤثر على الجسم النهائي وقوام المنتج. ونقيطات الرطوبة يجب أن تكون دقيقة وموزعة بإنتظام. وأثناء الشغل يضاف الملح - اذا كان مطلوباً - على هيئة تقن slurry ٥٠٪ مشبع. وقد يضاف الماء لضبط محتوى الرطوبة النهائي. وفي حالة زبد اللاكتيك فإن خلطة النكهة المقطرة أو المزارع البكتيرية المركزة تضاف في هذه المرحلة. ويعمل الجزء الثاني من قسم الشغل على سرعة أكبر كثيراً لتسهيل خلطة المزرعة أو الملح. ويبرد قسم الشغل بماء مبرد والربط بين الجزء الأول والثاني لقسم الشغل يعمل تحت فراغ وهذا يعطي إزالة هواء مضبوطة للزبد وبذا يعطي الناتج قواماً مقفلاً close جداً. ويجب المحافظة على الفراغ وسرعة البريمة لضمان مستوى إنسياب ثابت.

وجسم وقوام الزبد المشغول تحت فراغ يختلف عن التركيب المفتوح للزبد المشغول تقليدياً فما كان يعتبر مقبولاً أو حتى مرغوباً في الزبد درجة أولى

المنتج تقليدياً لم يصبح كذلك وتؤثر العوامل الفصلية على معالم العملية وعلى ذلك فعامل الخبرة يبقى على جانب كبير من الأهمية.

وللسماح بالتوقف stoppages الذى يحدث أثناء الإنتاج العادى يوجد "تنك توازن balance tank" بين عمل الزبد وأجهزة التعبئة وهذا هو ترولى trolley الزبد - كما يُعْرَفْ - مصنوع من الصلب غير القابل للصدأ ويعمل على المحافظة على إنسياب الزبد من صانع الزبد إلى أجهزة التعبئة.

التعبئة packing

جملة wholesale: يعبأ الزبد فى الكتل أو عبوات التجزئة مباشرة من الممخضة أو من الترولى فى صانع الزبد المستمر. وكتل الزبد تعبأ فى عبوات ٢٥كجم فى كرتونات ورق مقوى وقد تبطن بورق بارشمنت ولكن بوليثين ملون هو الذى يجرى إستخدامه حتى يُرَى اللف الداخلى المبطن بسهولة.

وأسهل شكل لمعبىء الزبد هو نوع الفان Vane type packer وهذا عبارة عن قادوس فيه يغذى الزبد إما يدوياً أو يضخ من ترولى عامل الزبد. وينبثق الزبد بناقل مخروطى خلال فوهات مناسبة الحجم إلى كرتونة مبطنة وعندما تمتلىء الكرتونة يقف إنسياب الزبد وتقطع الزبد بواسطة سلك يسخن. وتزال الكرتونة وتضبط للوزن يدوياً وتقفل البطانة بحيث لايوجد أى منتج معرض وتنقل الكرتونة وترمز. والكمية العادية ٥٠ علبة / صندوق كل منها ٢٥ كجم زبد.

وللإنتاج على نطاق كبير فإن معبئات آلية تكون عادة جزء من عامل الزبد المستمر وكرتونات الورق المقوى تحمل مسطحة ومعها البوليثين من بكرة. والمكن يكون الكرتونة ويبطنها ثم تذهب للملء وبعد الملء يراجع الوزن وإذا لزم الأمر فيضاف زيادات من خلال وحدة حقن. وتطبق البطانة على السطح العلوى وتقفل الكرتونة وترمز.

التجزئة retail: معظم عبوات التجزئة ٢٥٠ أو ٥٠٠ جم بالوزن والشكل يختلف من كتل ذات أشكال مختلفة إلى إسطوانة. وقد تلف فى رقائق معدنية أو ورق بارشمنت أو لدائن. فالزبد يشكل فى غرفة على إسطوانة دائرة ويدفع خارج الغرفة إلى اللف المرمز (بارشمنت أو رقائق معدنية) والتى تطوى بعد ذلك ويراجع الوزن ثم التعبئة النهائية ويكون الزبد لازال طرياً فى التلازج وأى خطأ فى التناول قد يغير الشكل.

الزبد معاد الشغل reworked butter: عندما لايكون هناك زبد طازج من عامل الزبد فمن الضرورى إعادة تشغيل الزبد الكتل (أى ٢٥ كجم للجملة) وهذا الزبد يكون مخزوناً على -١٨ أو على -٢٥°م فيجب أن ترفع درجة حرارته لدرجة حرارة تصلح للتعبئة وهذه الملاءمة/التهيئة attemperation تقليدياً تشمل وضع الزبد الكتل فى مخزن على ٥-٨°م لمدة للوصول إلى هذه الدرجة. وقد تستخدم مسخنات نفق ذات موجات دقيقة microwave لإنقاص المكان والزمان اللازمين وهى ذات كفاءة أعلا من الطرق

التقليدية فكتل الزبد تصل لدرجة حرارة الخلط فى ساعات ثم تخلط وتعاير على أساس دفعات أو مستمرة إلى حيث يضبط الملح والرطوبة المطلوبين للتعبئة.

تقييم المنتج product evaluation: أهم معالم الجودة المذاق وجودة الحفظ. ومن العادة أخذ عينات من المنتج النهائى للتأكد من أن متطلبات الكائنات الدقيقة والقيمة الكيماوية وقيمة الخواص العضوية الحسية قد تحققت.

الكائنات الدقيقة microbiology: مقاييس الزبد الكتل هى:

العد الحى الكلى: الهدف <١٠٠٠ والحد الأقصى ٥٠٠٠.

أشكال كولى: غائب فى ٠,١جم.

الخمائر والفطر: أقل من ١٠/جم.

الخواص الكيماوية chemical properties:
الزبد يجب أن يحتوى ٨٠٪ دهن اللبن ولايزيد عن ٢٪ جوامد لبنية غير دهنية ولايزيد عن ١٦٪ ماء. وإذا زاد محتوى الملح عن ٣٪ يمكن لمستوى الدهن أن ينقص إلى ٧٨٪.

تدريج الخواص العضوية الحسية organoleptic grading: يجب أن يجرى بواسطة شخص متمرن ويتم بعد مرور ٤٨ ساعة من التصنيع وهى المدة اللازمة للسماح للزبد لكى تبرد وتُثْفُل settle. ودرجة الحرارة يجب أن تكون حوالى ١٠ °م للتدريج وتؤخذ عينة بواسطة حديدة الزبد butter iron وللتجزئة يقطع عند المنتصف ويكسر النصف الأسفل. والقيم المناسبة عند التدريج:

١- النكهة والعبير وتقاس بالشم والمذاق، وجزء من الزبد يذاق ولايبتلع.

٢- الجسم والقوام body & texture: الزبد الدرجة الأولى يجب أن يكون له جسماً مقفولاً close body وقواماً شمعياً waxy. ومظهر الزبد على الحديدة يعطى مُدَرج الزبد الخبير معلومات كثيرة. وتُكسر الزبد للحكم على القوام ويقطع جزء ويلاحظ السطح المقطوع وكل مَعْلَم له قيمة مثلى.

٣- المظهر والنهاية appearance & finish: إنتظام evenness اللون وغياب البقع مما يعطى زبداً نظيفاً براقاً من متطلبات الزبد ذى الجودة الجيدة.

٤- غياب الرطوبة الحرة: الزبد المصنوع تقليدياً كان له قوام مفتوح والرطوبة الحرة كانت مصدر عيب ولكن وجود قسم الفراغ فى صانع الزبد المستمر جعل هذا العيب نادراً. وإذا وجدت الرطوبة فإنها ترى كنقيطات على السطح المقطوع. ويعطى كل من هذه الصفات تقديراً تبعاً لأهميته النسبية ويمكن أن يكون كمايلى:

	أقصى حد		أقصى حد
النكهة والعبير	٥٠	اللون والمظهر	٢٠
الجسم والقوام	٢٠	غياب الرطوبة الحرة	١٠
		الجملة	١٠٠

والزبد فى الدرجة المناسبة "المنتقاة زيادة extra-selected" لاتقل نقاطه عن ٩٣ نقطة من بينها ٤٧ نقطة للنكهة والعبير.

العيوب defects: تنتج العيوب من سببين رئيسيين: ١- درجة جودة اللبن الأصلى أو الكريمة وطريقة تداولها. ٢- عيوب تصنيع، أو إرتباط بينهما.
اللطخ وعيوب الكائنات الدقيقة تعطى نكهات غير مرغوبة ونقص فى عمر الرف. والعيوب الفيزيقية يمكن أن تتسبب عن تصحاح فقير وإساءة إستعمال درجة الحرارة temperature abuse وإستخدام مضخات غير مناسبة والتقليب الزائد.
وعيوب المعاملة مثل عدم توازن بين سرعة القسم الأول لصانع الزبد وإنسياب بطىء جداً للكريمة بسبب أن الحبيبات تكون كبيرة جداً وعلى ذلك يصفى مخيض اللبن تصفية سيئة وينتج عن ذلك زبد مخطط streaky وجسمه ضعيف مع وجود رطوبة حرة.
وتحت المخض - مخض غير كاف - مع إنسياب كريمة عال جداً وسرعة ممخضة بطيئة جداً ينتج عنه حبيبات صغيرة وفصل غير كامل للدهن والوسط المائى وهذا يعطى زبداً له محتوى رطوبى عالٍ جداً ولون باهت.
وفوق التشغيل وينتج عن وعلى سبيل المثال، منتج كثير جداً فى قسم التشغيل أو سرعة ناقل زائدة أو فتحات ضيقة جداً، كل هذا يعطى زبداً ضعيف الجسم غير حى lifeless وملتصق وصعب المناولة ويفقد نقاطاً فى التدريج.

وزبد مفتوح القوام مع عدم توزيع الملح والرطوبة جيدا قد يتسبب عن بريمة بطيئة جدا أو فراغ غير كاف أو منتج بسيط فى قسم التشغيل أو عدم ضبط المنتجات.
والزبد المبقع مع زيادة فى الرطوبة أو فى الملح يمكن أن ينتج عن نسبة خاطئة للملح : ماء فى التقن أو تقن غير مخلوط جيدا.
والزبد المعبأ تحت تبريد له عمر معين وتظهر العيوب بالتعرض للضوء، واللطخ تمتص بسهولة إذا خزن الزبد بجانب نكهات أو روائح قوية. والزبد المعبأ فى رقائق معدنية يحتفظ بجودته لمدة شهرين والمعبأ فى بارشمنت لمدة ٤-٦ أسابيع.
(Macrae)

الخواص properties

التغيرات الفيزيقية أثناء المخض: أول مراحل التحول الفيزيقى للكريمة إلى زبد يحدث خلال التعتيق أو التهيئة للكريمة قبل المخض. وأثناء هذه الفترة دهن اللبن يتبلر وغشاء حبيبة الدهن يضعف. وعملية المخض مبنية على إدماج هواء فى الكريمة لخلق رغوة وتتحقق بالتقليب الشديد وغشاء حبيبة الدهن الذى ضعف بالتعتيق البارد يتضرر أكثر بالضغوط الميكانيكية ويهرب الدهن السائل وهذا يحدث تقوض فى الرغوة وتجمع clumping لحبيبات الدهن وتنتج حبيبات زبد التى تُشْتَغَل معا لتكون زبدا. وبعض الدهن الكروى يوجد فى الناتج النهائى ولكن هذا يتوقف على معاملة تهيئة الكريمة قبل المخض وشدة ظروف التشغيل قبل وبعد المعاملة.

التركيب الدقيق للزبد butter microstructure:
التركيب الدقيق للزبد وتأثير عوامل المعاملة عليه تمت دراستها بإستخدام تقنيات تحميد- كسر freeze-fracture بالمجهر الأليكتروني. وهذه أظهرت كيف أن ظروف تهيئة الكريمة يمكن أن تؤثر على تبلر دهن اللبن داخل الحبيبات وبالتالي عملية ثباتها وفي النهاية تماسك المنتج. وطريقة تهيئة الكريمة: باردة - دافئة - باردة والتي طُورت لتحسين مقدرة بسط زبدة الشتاء تنتج حبيبات ذات صدفة سطح سميكة من دهن صلب وتجمعات بلورات من أشكال وأحجام مختلفة في الدهن السائل في الداخل. وهذا النوع من حبيبة الدهن يستطيع تحمل الضغط الميكانيكي أثناء المخض وبالتالي يعطي زبداً أطرى مع نسبة عالية من الدهن الكروي عن المتحصل عليه من معاملة الزبد بدرجة حرارة منخفضة. ودراسات المجهر الأليكتروني أظهرت كيف أن التشغيل الميكانيكي الشديد أثناء المعاملة يهدم حبيبات الدهن مما ينتج عنه تركيب زبد متجانس جداً مع طور بين كروي متغير أكثر وبالتالي زبد متماسك.

التغيرات الكيماوية أثناء المخض chemical changes during churning: الزبد أساساً تركيز من دهن اللبن مع بعض الماء مع جوامد لبنية غير دهنية (ج.ل.غ.د MSNF). وتكوين الدهن في الزبد يعكس تركيب دهن اللبن الأصلي بالرغم من بعض الفقد في الفوسفوليبيدات والأستيرولات والأحماض الدهنية الحرة خاصة الأحماض الدهنية المتطايرة في مخيض اللبن أثناء الفصل والمخض. ويحدث تغيير أكبر في الحالة الفيزيقية لدهن اللبن أثناء المخض عن الطبيعة الكيماوية لمكوناته ولكن إرتباط تقليب اللبن أثناء الحلب والإحتفاظ الممتد به في المزرعة وفي المصنع قبل البسترة يؤدي أيضا إلى زيادة في الأحماض الدهنية الحرة وبالتالي نكهة تحلل دهني في المنتج. وزيادة التحلل الدهني ترجع غالباً إلى زيادة سهولة وصول إنزيمات التحلل الدهني للدهن بسبب تضرر أو فقد الغشاء الحامي لحبيبة دهن اللبن. ونكهة التحلل الدهني قد تزيد في الزبد المخزون نظراً للإطلاق المفضل للأحماض الدهنية قصيرة السلسلة بواسطة إنزيمات لها تخصص عالٍ لهذه الاحماض (ناتجة عن البكتيريا المحبة للبرودة). وفي الكريمة الحلوة الزبد خاصة غير المملح فإن أول سبب لضرر النكهة هو التزنخ الليبوليتي وعلى ذلك فجودة طرق التصنيع في المزرعة والمصنع ضرورية لمنع مستويات عالية من الأحماض الدهنية الحرة في الناتج النهائي.

الخواص الكيماوية والفيزيقية للزبد chemical & physical properties of butter

التكوين الكيماوي: يحتوي الزبد على ٨٠ - ٨٤٪ دهن لبن، ١٥,٣ - ١٥,٩٪ ماء، ١٪ جوامد لبن خلاف الدهن (كيزين ولاكتوز ومعادن)، ٠,٠٣ - ١,٨٪ ملح. ودهن اللبن هو الدهن الوحيد المسموح به ويجب أن تفرزه البقرة ولاشيء يضاف أو يفصل منه أثناء المعاملة. ومحتوى ماء أقصى (١٦٪) مهم لحفظ الزبد. وقد تملح الزبد أو لاتملح ولكنها يجب ألا تحتوي أي مضادات أكسدة مضافة

وفى بعض البلاد يسمح بإضافة مواد ملونة مثل الأناتو والكركم والكاروتين ولون الكركم. وأملاح التعادل ومزارع حمض اللاكتيك يسمح بها أيضاً لتصنيع الزبد اللاكتيكى أو المنضج.

وبعض الثوابت الكيماوية تظهر فى الجدول (١). ودهن اللبن يحتوى نسبة عالية من الأحماض الدهنية الطيارة الذائبة فى الماء خاصة حمض البيوتريك. ووجود هذه الأحماض الدهنية الطيارة الذائبة فى الماء هو أساس الطرق التقليدية (ريخرت–ميسيل Reichert-Meissel، كيرشنر Kirochner) والطرق الجديثة (كروماتوجرافياً) لتحديد وجود غش الدهن. والرقم اليودى (مقياس لعدم التشبع) مفيد فى تحديد دهن الصيف أو الشتاء وقيمته التجارية أيضاً. وصانعوا الزبد فى قارة أوروبا يستخدمون معاملة تهيئة–كريمة مناسبة لإنتاج زبد أكثر صلابة أو نعومة على أساس الرقم اليودى للكريمة.

جدول (١) ثوابت اللبن الكيماوية.

الثابت الكيماوى	القيمة
رقم التصبن = مجم بو أ يد اللازمة لتصبن ١جم دهن	٢٢٠–٢٤٠
رقم يودى = جرامات اليود المتفاعلة مع ١٠٠جم دهن	٣٦–٤٢
رقم ريخرت–ميسيل = ملليلترات ٠،١ عيارى قلوى لازمة لمعادلة الأحماض الدهنية المتطايرة الذائبة فى الماء والمقطرة من ٥جم من الدهن المتصبن	٣٠–٣٥
رقم بولنسكى = ملليلترات ٠،١ عيارى قلوى لازمة لمعادلة الأحماض الدهنية المتطايرة غير الذائبة فى الماء والمقطرة من ٥ جم من الدهن المتصبن	١،٠–٣،٣
رقم كيرشنر = مل ٠،١ عيارى قلوى اللازمة لمعادلة الأحماض الطيارة الذائبة فى الماء والمقطرة من ٥ جم دهن متصبن والتى تكون أملاح فضة ذائبة	١٨–٣٠

وبالرغم من تحديد أكثر من ٤٥٠ حمض دهنى فى دهن اللبن فقط ١٢ منها (الجدول ٢) تلعب دوراً فى خواصه الكيماوية والفيزيقية.

العوامل التى تؤثر على التكوين الكيماوى

الأحماض الدهنية فى دهن اللبن يمكن أن تقسم إلى هذه التى تخلق من جديد *de novo* فى الغدة الثديية ك$_{٤}$ – ك$_{١٤}$ ونسبة من ك$_{١٦}$، وتلك التى تأخذها الغدة من الدم الجارى، فنسبة من ك$_{١٦}$ والأحماض الدهنية الأطول ك$_{١٨}$ والتى تؤثر على المساهمات النسبية للأحماض الدهنية من هذين المصدرين هما مرحلة الرضاعة والغذاء. فالتغيرات فى الأحماض الدهنية القصيرة ك$_{٤}$–ك$_{١٤}$ يمكن أن تعزى إلى مرحلة الرضاعة بينما تلك الخاصة بالسلاسل الطويلة ك$_{١٦ صفر}$، ك$_{١٨:صفر}$، ك$_{١٨:١}$ لها علاقة بالغذاء. وفى الصيف استخدام العلف الطازج يؤدى إلى دهن لبن أطرى مع خفض فى ك$_{١٦:صفر}$ وزيادة فى ك$_{١٨:صفر}$، ك$_{١٨:١}$ بينما يحدث العكس أثناء الشتاء حيث التغذية على المركزات والسيلاج.

جدول (٢): تكوين الأحماض الدهنية في جليسريدات دهن اللبن.

حمض دهني	جم/١٠٠ جم أحماض دهنية		القسم
٤ : صفر	٣,٣	٤,٩	مشبعة قصيرة السلسلة
٦ : صفر	١,٦		
٨ : صفر	١,٣	٧,٤	مشبعة متوسطة السلسلة
١٠ : صفر	٣,٠		
١٢ : صفر	٣,١		
١٤ : صفر	٩,٥	٥٠,٤	مشبعة طويلة السلسلة
١٦ : صفر	٢٦,٣		
١٨ : صفر	١٤,٦		
١٦ : ١	٢,٣	٣٢,١	وحيدة عدم التشبع
١٨ : ١	٢٩,٨		
١٨ : ٢	٢,٤	٣,٢	عديدة عدم التشبع
١٨ : ٣	٠,٨		

والإضافات لتغذية البقر بالدهون والزيوت لزيادة الطاقة الداخلة يمكن أيضاً أن تؤثر على تكوين الأحماض الدهنية. وعموماً فهذا الغذاء يميل إلى زيادة الناتج من الأحماض الدهنية ك١٨:صفر ، ك١٨:١ بينما ينقص الناتج من الأحماض الدهنية قصيرة قصيرة السلسلة ك٦-ك١٠. وإذا قدم الدهن المضاف في صورة محمية فإنه يمر خلال المعدة الأولى للحيوان المجتر rumen بدون أن يحدث له تحلل دهني في المعدة الأولى للحيوان المجتر أو هدرجة بيولوجية. وتكوين دهن اللبن الناتج يعكس الموجود في الإضافة. والدهن المحمي يساعد أيضاً النشاط الأيضي للمعدة الأولى للحيوان المجتر rumen أن يتم بدون ضرر نتيجة التأثير العكسي للكميات الكبيرة للدهن. وهذه التقنية أستخدمت لإنتاج زبد ذي محتوى عالٍ من ك١٨:٢ بمقدرة بسط أحسن جداً. ولكن الزيادة في مستويات الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع يشجع كثيراً تعرض دهن اللبن للأكسدة ويؤدي إلى منتج طرى جداً، وخروج الزيت/التزييت oiling off على ٢١°م. والمبادل هو إستغلال تحول ك١٨:صفر إلى ك١٨:١ والذى يحدث أثناء التخليق الحيوى لدهن اللبن بواسطة إنزيمات عدم التشبع في الأمعاء والغدة الدرقية للثدييات. والغذاء يجب أن يعطى نسبة عالية من أحماض دهنية ك١٨ (فول الصويا والقرطم مثلا) من أجل أمثل نشاط عدم تشبع في أنسجة البقر. واللبن الناتج له مستويات أعلا من ك١٨:١ (أولييك) ومستويات أقل من أحماض ك١٦:صفر (بالمتيك). والأحماض وحيدة عدم التشبع أقل عرضة لتفاعلات الأكسدة عن الأحماض عديدة عدم التشبع وزيادة كبيرة في محتوى حمض الأولييك في الزبد يشجع كثيراً مقدرتها على البسط على درجات حرارة منخفضة.

الخواص الفيزيقية physical properties

الثوابت الفيزيقية physical constants: كان معامل الإنكسار refractive index لدهن اللبن على ٤٠°م بياناً قيماً لتفاوتة ولكن كثيراً من الدهون المستخدمة في صناعة المرجرين تعطى أرقاماً مماثلة. والكثافة النسبية لدهن اللبن يمكن قياسها على درجات حرارة مختلفة ولو أن الفرق في الكثافة النسبية بين دهن اللبن والدهون الأخرى أعلاه حول ٤٠°م. ودهن اللبن ينصهر ويتجمد على مدى من درجات الحرارة فبدلاً من أن يكون له

نقطة إنصهار أو تجمد له فترة إنصهار وتجمد (الجدول ٣). وهذه النقط - مثاليا - يجب أن تتقابل ولكن توقف فترة التصلب على معدل التبريد وتأثير المعاملة الحرارية السابقة على فترة الإنصهار بجانب ذوبان/إنحلال dissolution بدلاً من إنصهار بلورات الدهن أثناء التسخين معناها أنها نادراً مايتم ذلك منها. ويمكن الحصول على سلوك دهن اللبن في الإنصهار من قياس معدل إمتصاص الحرارة (ق.ع.م.ح DSC) differential scanning calorimetry. وهذا التحليل مبنى على أساس التحول الحرارى الذى يحدث فى مادة أثناء التسخين والتبريد. ومحتوى جوامد دهن اللبن solid fat content فى دهن اللبن على فترة من درجات الحرارة يمكن قياسه بالرنين المغناطيسى النووى (ر.غ.ن NMR) nuclear magnetic resonance والذى يسمح بقياس محتوى الدهن الصلب.

الجدول (٣): الثوابت الفيزيقية لدهن اللبن.

الثابت الفيزيقى	القيمة
معامل الإنكسار (٤٠°م)	١,٤٥٢٤ - ١,٤٥٦١
فترة الإنصهار	٢٨ - ٣٣ °م
الكثافة النسبية (٣٧,٨°م)	٠,٩١٠ - ٠,٩١٣
فترة التصلب	٢٤ - ١٩ °م

الإنسيابية rheology: الزبد يوصف بأنه دهن لدائنى plastic ويمكن - كما أوصى الإتحاد الدولى للألبان (أ.د.ل International (IDF Dairy Federation - إستخدام المخراق المخروطى cone penetrometer كطريقة سهلة وسريعة ورخيصة وتعطى نتائج جيدة بالتكرار. وللحصول على خواص القوام للزبد يستخدم إختبار الإنضغاط ذى العضتين two-bite compression test وهذا يعطى بروفيل القوام ومنه يمكن قياس خواص مثل فاعلية الإنكسار/الكسر fracturability والصلابة وقوة التماسك والزنبركية.

العوامل المؤثرة على تلازج الزبد: نسبة الدهن الصلب ترتبط إرتباطاً عالياً مع تماسك الناتج ويتأثر بقوة بغذاء البقرة. وعدد وحجم بلورات الدهن يؤثران على التلازج ويحددهما درجة حرارة التبلر ومعدل التبلر أثناء تعتيق الكريمة. وتبريد بطىء أو متدرج يشجع تكوين بلورات أقل وأكبر ومحتوى دهن صلب أكثر إنخفاضاً والذى يشجع الحصول على دهن أطرى.

والدهون اللدائنية plastic لها شبكة بلورات ثلاثية الأبعاد تُمْسَكُ مع بعضها بروابط فان درفال الجاذبة الضعيفة العكسية وبروابط أقوى غير عكسية تتكون حيث البلورات نمت مع بعضها. وأثناء التشغيل الميكانيكى للزبد مثل التثبيت الدقيق لكتل الزبد قبل "الطبع printing" فإن صلابة الزبد تقل بالرغم من أن الزبد يزيد فى التماسك مرة أخرى على مدى عدة أسابيع ولكنها لاتصل إلى قيمتها الأصلية. والتنعيم بالشغل قد يشرح بكسر الروابط فى شبكة البلورات، بينما إعادة تكون روابط عكسية فى تركيب شبكة جديدة مسئول عن الزيادة التدريجية للصلابة. وقد أستخدم هذا التنعيم بالشغل فى

إنتاج زبد أسهل بسطاً. وإستعادة الصلابة أثناء التخزين والذى يبرزه تموجات درجة الحرارة معناه أن المُنتَج يحتاج لعناية أثناء التسويق.

الخواص الغذائية للزبد: علاقة دهن الغذاء بداء القلب الأكليلى coronary heart disease والتصلب العصيدى atherosclerosis نالت إهتماماً وأجزاء الدم الدهنية المحتوية على كوليسترول وهما متعاكسان: الليبوبروتين منخفض الكثافة (ل.خ.ك LDL) والليبوبروتين عالى الكثافة (ل.ع.ك HDL) لهما تأثير كبير على هذه الأمراض. فتركيزات عالية من ل.خ.ك LDL تعنى عادة زيادة خطر داء القلب الأكليلى مع ميل الدهون المشبعة فى الغذاء إلى زيادة تركيزات ل.خ.ك LDL والدهون عديدة عدم التشبع تميل إلى تقليلها. ودهن اللبن بالرغم من إحتوائه على ٣٠٪ حمض أوليك (ك١:١٨) يعرف كدهن مشبع غالباً بسبب وجود مستويات منخفضة من الأحماض الدهنية عديمة عدم التشبع. والزبد يسبب مستويات عالية من ل.خ.ك LDL وهذا قد إرتبط بإحتوائها على أحماض دهنية مشبعة وأيضاً على أسترتها. وإن كان هناك الآن مايثبت أن سيس أحماض دهنية وحيدة عدم التشبع cis-monounsaturated fatty acids تعمل على خفض تركيزات ل.خ.ك LDL بينما تحتفظ بالمستويات النافعة للـ ل.ع.ك HDL. ومستويات عالية من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع فى الغذاء قد تكون مضرة بالصحة فتزيد من حالات بعض أنواع السرطان. وعلى ذلك "فالزبد الأحادى mono-butters" الجديد الذى يحتوى مستويات عالية من الأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع (معظمها حمض أوليك) قد تكون جذابة للمستهلك ليس فقط لتحسن قابليتها للبسط spreadability ولكن لأسباب صحية أيضاً.

ودهن اللبن يعطى فيتامين أ وكميات صغيرة من فيتامين د لأغذية الأطفال والحوامل والمرضعات والذين إحتياجاتهم قد تكون مرتفعة. ويساهم دهن اللبن فى النكهة والعبير اللطيفين وفى القوام الجذاب وفى الشعور فى الفم.

المضافات والملوثات: هذه تختلف من بلد إلى بلد ولكن هى الملح وعوامل التلوين الطبيعية ومزارع اللاكتيك وأملاح التعادل.

وكيماويات مثل المبيدات من نوع الكلور العضوى وعديد كلور ثنائى الفينيلات polychlorinated biphenyls تحب الدهن وتتركز فيه ولكن نسبها أقل من المسموح به فى الزبد. وخطر التلوث من المنظفات والمطهرات والملدنات يمكن إقلاله بسياسة إنتاج جيدة فى المزرعة والمصنع. والمضادات الحيوية يمكن أن تضر الإنتاج خصوصاً المزارع cultures وإستخدامها فى المزارع farms يحكمه القانون ويجب مراقبة الغذاء لتجنب نمو الفطر وإنتاج زعافات فطرية. وهناك تلوث قليل بالمعادن الثقيلة ولكن بعض التلوث بالنحاس والحديد من الأجهزة يمكن أن يحدث قبل وبعد الحلب. وهذه المعادن تعمل كمشجعات أكسدة. والنظائر اللمشعة لاتسبب مشاكل فى اللبن وإن وجدت فى السيرم أكثر من الدهن.

مواد البسط اللبنية dairy spreads: مواد البسط التقليدية مثل الزبد والمرجرين تتنافس الآن مع مواد بسط لبنية جديدة غزت ٢٠٪ من السوق وهذه المواد الجديدة لها بسطية أحسن من الزبد وسعر أحسن وجذابة من الوجهة الصحية بسبب مستوياتها المتزايدة من الأحماض الدهنية غير المشبعة ومحتوياتها من دهن أقل.

وأبسط مادة بسط لبنية يمكن الحصول عليها بخلط الكريمة أو الزبد مع زيت نباتي سائل مثل زيت فول الصويا وقد يتم مخضها بطريقة الدفعات أو صانع الزبد المستمر. ولكن إذا أضيف الزيت إلى الزبد نفسه فإن ذلك يتطلب معدلات قص أعلا لضمان خلط جيد. وزيادة مستوى الزيت لتحسين البسط على درجات الحرارة المنخفضة ينتج عن خروج الزيت oiling out وفقد الجسم على درجات الحرارة الأعلا . ويمكن التغلب على ذلك بإضافة نسبة من الدهن المشبع للمحافظة على الجسم ومساعدة ثبات المستحلَب. وهذا المنتج يحتوى على زيت نباتي (فول الصويا مثلاً) وزيت مهدرج جزئياً وكريمة وقد يصنع في صانع الزبد المستمر أو بإستخدام مبادل حرارى ذى سطح مكشوط. ومحتوى الدهن لهذين النوعين من مواد البسط اللبنية عادة ٧٣-٨٠٪.

ونوع ثالث من مواد البسط وهو المُنتَج ذو الدهن المنخفض low-fat والطور المائى فيه يكون حوالى ٥٢-٧٥٪ من المُنتَج مقارناً بحد أقصى ١٦٪ في الزبد. والطور الدهنى يتكون من زيوت نباتية وزيوت نباتية مهدرجة وقد يكون فيه دهن لبن مع كيزينات أو مركز بروتين مخيض اللبن الذى يضاف للنكهة ولأغراض ربط الماء والإستحلاب. وإذا خفض محتوى الدهن فإن مستحلب الماء فى زيت يصبح أقل ثباتاً. وبروتين اللبن عندما يضاف إلى منتجات بها مستويات الدهن حوالى ٤٠٪ يميل إلى تشجيع مستحلَب زيت فى ماء وهذه المشكلة يمكن التغلب عليها بزيادة مستوى بروتين اللبن وتحوير خواصها بالتسخين وبالعناية فى إختيار مستويات المستحلِب والمثبت المطلوب للمحافظة على مستحلَب ثابت. وينتج هذا المنتج والذى يشبه المرجرين بإستخدام تقنية المرجرين فى مبرد ذى سطح مكشوط لإحداث التبلر أساساً فى شكل β'. وأثناء الإنتاج فإنه حَرِجٌ للخواص الحفظية أن تتحقق، أن يكون هناك توزيع رطوبة جيد مع أعداد كبيرة من نقاط الرطوبة المتميزة مع غياب القنوات channelling. والثلاثة أنواع من مواد البسط اللبنية تتطلب تعبئة فى أوعية ذات أيادى tubs حيث الرقائق المعدنية المبطنة أو ورق اللف البارشمنت لاتصلح. وبسبب مستويات أعلا فى الدهون غير المشبعة وزيادة فى مستوى الطور المائى (والذى ينتج عنه نقيطة رطوبة من حجم أكبر) فإن هذه المنتجات يجب أن تخزن على درجة حرارة منخفضة للمحافظة على الجودة الكيماوية وجودة الكائنات الدقيقة.

(Macrae)

مسحوق اللبن powdered milk

مسحوق اللبن الكامل (س.ل.ك WMP) ويعرف أيضاً بإسم لبن كامل جاف dry whole milk أو مسحوق لبن كامل الكريمة full cream milk powder ومسحوق اللبن الفرز (س.ل.ف SMP)

ويعرف أيضاً بإسم لبن جاف غير دهنى non-fat dry milk هى أكثر منتجات اللبن المجفف إستخداماً.

أنواع المسحوق types of powder: أنتجت أصلاً إستجابة للرغبة فى المحافظة على المغذيات فى اللبن والحاجة الإقتصادية لإستخدام المنتجات الثانوية فى المعاملة مثل اللبن الفرز ومخيض اللبن ولكن مساحيق اللبن لها الآن خواص وظيفية وغذائية وعضوية حسية تستخدم فى التطبيقات الغذائية.

ومسحوق اللبن الكامل ومسحوق اللبن الفرز متاحان الآن فى صورة مجففين: على إسطوانات roller-dried أو مجفف بالرشاش spray-dried والأخير هو المفضل. والمجفف بالرشاش متاح فى نوعين: المسحوق العادى أو غير المتكتل (غير لحظى/ فورى non-instant) ومسحوق فورى أو متكتل agglomerated. ويتوقف على تكوينها فإن مساحيق اللبن عادة تتكون من جسيمات صغيرة لها كثافة حجم bulk density عالية. ومسحوق اللبن الفرز يميل أيضاً إلى أن يكون غبارياً dusty. وإعادة تكوين reconstitution للمساحيق العادية صعب لأن جسيمات المسحوق تميل إلى التكتل clump مع بعضها على سطح السائل معاد التكوين ويكون لها قابلية إبتلال فقيرة. وفى حالة مسحوق اللبن الكامل العادى فإن مشكلة الإبتلال تتعقد بسبب أن "الدهن الحر free fat" يكون فلماً غير محب للماء على سطح جسيمات المسحوق.

وغرض فورية instantizing مساحيق اللبن هو تعزيز خواص إعادة تكوينها فى السوائل الباردة بتحسين واحد أو أكثر من الخواص الآتية: الإبتلالية wettability والغوصية sinkability والتشتت dispersability ومعدل التميؤ rate of hydration والذوبان solubility. وأساس الفورية هو تكوين تجمعات ذات ثغور من جسيمات اللبن بواسطة عملية تكتل وهذه التكتلات ذات الثغور عندما توضع فى إتصال مع السائل المعاد تكوينه يسهل إبتلال جسيمات المسحوق والتى تغوص بعد ذلك فى جسم السائل وتتشتت وفى النهاية تذوب. ومدى خاصية فورية المسحوق تتوقف على طبيعة المنتج والأجهزة والطريقة المستخدمة.

ويتوقف على مستوى التكتل، فإن عملية الفورية عادة تسبب إنخفاضاً جوهرياً فى كثافة الحجم للمسحوق مما ينتج عنه زيادة فى تكاليف التعبئة والتخزين والنقل. وكذلك يتأثر ثبات المسحوق ضد الحرارة فالمساحيق المتجهة لإعادة التكوين فى المشروبات الساخنة مثل القهوة أو الشاى فإن خاصية الفورية أقل أهمية عن ثبات المسحوق للحرارة. وإرتباط درجة الحرارة العالية والحموضة فى الشاى أو القهوة يسبب تخثر بروتين اللبن إذا لم يكن المسحوق ثابتاً ضد الحرارة مما يعطى الحالة المعروفة "بالريشية feathering" وفيها جسيمات البروتين المتخثر يمكن رؤيتها فى المشروب.

ومسحوق اللبن الفرز وكذلك مسحوق اللبن الكامل مطلوب منها أن تقابل عدداً من مقاييس شعبية ودولية مماثلة لتلك الخاصة بهيئة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (هـ.أ.ز FAO) والإتحاد الدولى

للألبان (ح.د.ل IDF) والمعهد الأمريكى لمنتجات الألبــان (ع.أ.ن.ل ADPI). وهــذه المقــاييس تستخدم لتدريـج المسـاحيق مـع مراعـاة طريقـة التجفيف ولتعريف المساحيق بالنسبة لمكوناتها عادة الرطوبـة والدهـن والإحتياجـات الكيماويـة ومـن ناحية الكائنات الدقيقة والخواص الحسية. وهـذه المواصفات تبحـث عـن ضمـان الخلـو مـن الغـش والتلوث بالكائنات الدقيقة والعيوب وأن المسحوق له التكوين الصحيح. والجدول (١) يعطى تكويـن بعض مساحيق الألبان.

جدول (١): تكوين بعض مساحيق الألبان.

	مسحوق لبن كامل	مسحوق لبن فرز فورى	مسحوق لبن فرز عادى	كريمة حلوة
لاكتوز	٣٨,٤	٥٢,٢	٥٢,٠	٤٩,٠
الرطوبة	٢,٥	٤,٠	٣,٢	٣,٠
دهن اللبن	٢٦,٧	٠,٧	٠,٨	٥,٨
بروتين	٢٦,٣	٣٥,١	٣٦,٢	٣٤,٣
رماد	٦,١	٨,٠	٧,٩	٧,٩

أما مواصفات المعهد الأمريكـى لمنتجـات الألبـان للمساحيق زائــدة الدرجـــة extra-grade powders فتظهر فى الجدول (٢).

وكثيراً ماتقسم مساحيق اللبن على أساس المعاملة الحرارية التى تَلَقّاها اللبن قبـل التبخير والتجفيف. وهذا التقسيم الحرارى يعطـى بيانـاً علـى مناسبة المسحوق للإستخدام فى إستخدامات معينة مثـل إعادة الإرتباط recombining وتقليدياً يبنى على قياس بروتين الشرش فى المسحوق (معبراً عنه بـ مجم/جم مسحوق) ويبين بدليل نتروجين بروتين الشرش (د.ن.ب.ش WPNI). والتغيرات الناتجة عن الفصول فى مستوى بروتين الشرش تحد من نفعية تقسيم د.ن.ب.ش WPNI خاصة فى تقسيم مساحيق الحرارة المنخفضة، وأقترحت تقسيمات بديلة مثل عدد الكيزين أو الحرارة casein or heat number أو عـدد السيستئين cysteine number. وهـذه التقسيمات مـع علاقـات درجـة الحــرارة والزمـن المستخدمة لتحقيـق درجــات الحرارة المرغوبة توجد فى جدول (٣).

وقـد إسـتخدمت صناعـة الألبـان تقنيـة الأغشـية membrane technology وخاصة الترشيح فائق العلو (ر.ف.ع UF). وإستخدام الترشيح فائق العلو وحـده أو مـــع الترشيـح المــزدوج diafiltration لتركيز وتحوير تكوين اللبن قبل التجفيف جعـل مـن الممكن إنتاج عدد كبير من مساحيق اللـبن الكامل والفـرز بحيـث تقـابل تطبيقـات معينـة. ومـن هـذه المسـاحيق مسـاحيق منخفضـة اللاكتـوز lactose-reduced أو مساحيق خالية اللاكتـوز لإسـتخدام الأشـخاص الذين لايتحملـون اللاكتـوز. ومسـاحيق بروتين عالٍ أو محتفظ به retentate للإسـتخدام فى عمل الجبن معاد الإرتبـاط recombined أو كمكون أغذيـة أو إضافة غذائية. وتكوين وخـواص هـذه المساحيق تختلف كثيراً عن مساحيق اللـبن العـادى وتتوقـف علـى عـامل الـتركيز و/أو عـدد خطـــوات الترشـــيح المــــزدوج diafiltration المستخدمة أثنـاء التصنيـع. والترشيح فـائق العلـو والترشـــيح المــــزدوج diafiltration يمكــــن أن يستخدما لإنتاج مساحيق بروتين عالٍ مع مستويات

بروتين تقترب من تلك الخاصة بالكيزينات أو المترسب المزدوج coprecipitate ولكن بدون الإحتياج إلى الترسيب عند نقطة التكاهر أو ضبط رقم جهد في إرتباط مع المعاملة الحرارية ومايصحبها من تأثير عكسي على تكوين البروتين وخواصه.

جدول (٢): مواصفات المعهد الأمريكي لمنتجات الألبان لمساحيق الألبان زائدة الدرجة. والأرقام للحد الأقصى المسموح إلا عندما يبين غير ذلك.

	مجفف بالرش			مجفف بالإسطوانات	
	مسحوق لبن كامل	مسحوق لبن فرز فوري	مسحوق لبن فرز عادى	مسحوق لبن كامل	مسحوق لبن فرز
دهن اللبن (جم/١٠٠ جم)	#٢٦,٠٠	١,٢٥	١,٢٥	#٢٦,٠٠	١,٢٥
رطوبة (جم/١٠٠ جم)	٤,٥٠	٤,٥٠	٤,٠٠	٤,٥٠	٤,٠٠
حموضة تنقيط (٪)	*٠,١٥	٠,١٥	٠,١٥	*٠,١٥	٠,١٥
دليل الذوبان (مل)	١,٠٠	١,٠٠	١,٢٥	١٥,٠٠	١٥,٠٠
تقدير البكتيريا (/جم)	٥٠٠٠٠	٣٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠	٥٠٠٠٠
أشكال كولى (/جم)	١٠	١٠	٩٠	١٠	٩٠
جسيمات محروقة (مجم)	١٥,٠	١٥,٠	١٥,٠	٢٢,٥	٢٢,٥
التشتتية (٪)	–	#٨٥,٠	–	–	–
نحاس (مجم/كجم)	*١,٥	–	–	*١,٥	–
حديد (مجم/كجم)	*١٠,٠	–	–	*١٠,٠	–

* : إختبارات إختيارية. # : أقل مايمكن.

جدول (٣): تقسيم مساحيق اللبن حرارياً.

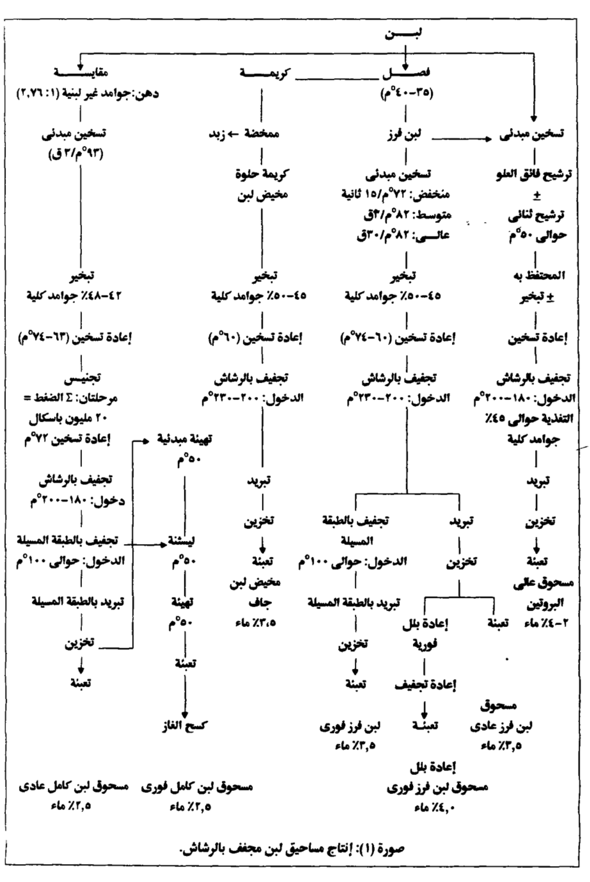
التقسيم الحرارى	د.ق.ب.ش (مجم ن/جم مسحوق)	عدد الكيزين (٪)	عدد السستئين (٪)	المعاملة الحرارية (°م ، دقائق)
حرارة منخفضة جداً	–	–	٣١ – ٢٤	٠,٢٥ ، ٧٢
حرارة منخفضة	٦,٠ ≤	٨٠ ≥	٣٨ – ٣٢	١ – ٠,٢٥ ، ٧٢
حرارة متوسطة	١,٥١ – ٥,٩٩	٨٣,٠ – ٨٠,١	٤٨ – ٣٩	٥ – ٢ ، ٨٢
حرارة متوسط عالية	–	٨٨,٠ – ٨٣,١	٦٢ – ٤٩	١٥ – ١٢ ، ٨٢
حرارة عالية	١,٥ ≥	٨٨,١ ≤	٦٢ ≤	٣٠ ، ٨٢

والمناولة المنتقاه أو الكبيرة لمستويات المعادن فى اللبن يمكن أن تكون بتطبيق تقنية النث الكهربى electrodialysis أو تبادل الأيونات أو الترشيح فائق الدقة أو الترشيح المزدوج diafiltration قبل التجفيف. وهذا يسمح بتكوين مساحيق لها بروفيل معدنى معين تقابل المتطلبات الغذائية المعينة مثل مساحيق منخفضة الصوديوم وبالمثل مدى من مساحيق لبن ذى لاكتوز محلماً يمكن تحضيرها بالحلمأة الإنزيمية للاكتوز فى اللبن بواسطة β-جالاكتوسيداز قبل التجفيف. ومستوى دهن اللبن يمكن معالجته لإنتاج مدى من المساحيق تختلف فى محتواها الدهنى.

إنتاج مساحيق اللبن
production of milk powders

الصورة (١) تعطى تصنيع مساحيق اللبن. وإزالة الماء من اللبن لتكوين مسحوق تتكون من خطوتين: الأولى تتضمن إنتاج مركز ٤٠ - ٥٠٪ جوامد كلية ؛ ومستوى الجوامد الكلية النهائى يتحدد بطبيعة المادة التى تبتدىء العملية وطبيعة المذرر atomizer وعملية التجفيف المستخدمة، مثل لبن كامل وفوهات مذررة ونظام تجفيف ذو مرحلة واحدة تستخدم عادة مركزات من جوامد كلية أقل عن اللبن الفرز، و المذررات ذات الطرد المركزى أو أنظمة التجفيف متعددة المراحل. والتركيز يتحقق عادة بالتبخير تحت فراغ ولو أن المركزات يمكن تحضيرها بطرق المعاملة بالأغشية إما وحدها أو بالإرتباط مع التبخير كما يحدث فى تحضير مساحيق المحتفظ به retentate وخطوة التبخير تزيل ٩٠٪ من الماء من اللبن. والرطوبة الباقية تزال فى العملية الثانية أو عملية التجفيف لإنتاج ٢-٥٪ محتوى رطوبة. والرطوبة النهائية تتوقف على طبيعة المنتج و/أو متطلبات الشارى. وتجارياً التجفيف يتم بالتجفيف بالرشاش أو على إسطوانات والأول أكثر إستخداماً خاصة عندما يكون مطلوباً درجة ذوبان عالية فى المنتج ودرجة إنتاج throughput عالية. والتجفيف بالرشاش قد يكون ذو مرحلة واحدة أو ذوعدة مراحل (تجفيف بالرشاش + تجفيف بالطبقة المسيلة) بإستخدام فوهة أو تذرير طرد مركزى. وظروف التجفيف تتوقف على طبيعة المنتج وطريقة التذرير ونوع طريقة التجفيف. وتستخدم طريقة تجفيف ذات مرحلة واحدة أو مرحلتين تعمل بدرجات حرارة خروج ٧٥-٨٥°م ودرجات حرارة للدخول ١٨٠ - ٢٠٠°م ، ١٨٠ - ٢٣٠°م وتركيز تغذية المركز ذى ٤٢-٤٨٪ ، ٤٥ - ٥٠٪ لمسحوق اللبن الكامل ومسحوق اللبن الفرز ومخيض لبن جاف BMP بالتتابع. ويمكن إستخدام درجات حرارة أعلا (٢٥٠ - ٣٠٠°م) لمسحوق اللبن الفرز فى التجفيف على ثلاث مراحل بدون إضرار بالناتج.

وواحد من العمليات الحرجة فى إنتاج مساحيق الألبان هو التسخين المبدئى أو التدفئة المبدئية التى أثناءها كثير من الخواص الفيزيقية والكيماوية والوظائفية وبالتالى إحتمالات إستخدام الناتج النهائى تتحقق. وهذا يتم أساساً خلال المسخ الحرارى المنضبط لبروتينات الشرش قبل التركيز. ودرجات الحرارة والزمن المستخدمة ومستويات مسخ البروتين التى تتحقق معطاه فى جدول (٣).



صورة (١): إنتاج مساحيق لبن مجفف بالرشاش.

وإنتاج مساحيق عالية ومتوسطة علو درجة حرارة وزمن قصير (مثل ١٢٠°م ، ١-٢ق) مع حقن البخار المباشر تستخدم كثيراً لإنقاص متطلبات مقدرة الإحتفاظ. والخواص المتأثرة بالتسخين المبدئي تتعلق باللون والنكهة وتوزيع المعادن والنتروجين ورقم جيد والجودة البكتريولوجية والثبات ضد الحرارة وخواص الخبيز ومقاومة الأكسدة.

وفي إنتاج مسحوق اللبن الكامل يجب أن يعاير اللبن إلى نسبة دهن : جوامد غير لبنية ١ : ٢,٧٦ قبل التبخير لضمان أن المسحوق النهائي يحقق مايطلبه القانون من محتوى دهن لايقل عن ٢٦٪. واللبن الكامل عادة تجرى عليه معاملة قبل تسخين عالية لتثبيط الليبازات ولتكوين نشاط طبيعي مضاد للأكسدة خلال تكون مجموعات السلفهيدريل sulphydryl وبذا تتحسن القيمة الحفظية للمسحوق. والتجنيس على مرحلتين للمركز قبل التجفيف مباشرة يقلل محتوى الدهن الحر في المسحوق ويحسن ثبات المسحوق. ومسحوق اللبن الكامل العادي يجب أن يبرد بأسرع مايمكن بعد التجفيف لتقليل الدهن الحر.

أما مسحوق اللبن الفرز فينتج عادة إما بطريقة التكتل/إعادة البلل والتي تكون متكتلات كبيرة وبذا تعطي درجة كبيرة من خاصية الفورية أو بمعنى أعم "بطريقة مباشرة" لعملية الفورية instantizing مع أو بدون عودة الدُقاق fines return بفرض مستوى منخفض من التكتل. ولما كانت طريقة إعادة البلل re-wet تشمل معاملة حرارية أخرى لجوامد اللبن، فإن مسحوق منخفض الحرارة يجب أن يستخدم لتجنب إنتاج الرائحة المطبوخة في المسحوق المعاد تجفيفه ولتقليل تحطيم المتكتل كما يحدث في التكتلات المتكونة من مساحيق عالية-الحرارة.

وبالرغم من أن تكتل جسيمات المسحوق يساعد على عمل فورية مسحوق اللبن الكامل في الماء الدافيء (>٤٥°م) فإنه ضروري أيضاً لتحسين إبتلال المسحوق لإعطاء خواص فورية في الماء البارد. وهذا يتحقق عادة برش مخلوط دافيء (٧٠°م) ١ : ١ من ليسيثين طبيعي ذي نشاط سطحي وزيت الزبد على المسحوق لإعطاء محتوى ليسيثين نهائي ٠,٢٪ في المسحوق. والليسثنة قد تصنع في الخط أو كعملية منفصلة ولكن في أي حالة فإن مسحوق الأساس يجب أن يكون عالي كثافة الجسيم وبه أقل دهن حر (<٤٪ من الدهن الكلي).

وثبات التخزين لمساحيق اللبن يتصل مباشرة بمحتوى الرطوبة في المسحوق. وتغيرات التهدم مثل إسمرار مايارد Maillard browning والأكسدة وتكوين الأحماض الدهنية الحرة تكون أقل مايمكن على مستوى رطوبة ٤٪ أو أقل لمسحوق اللبن الفرز، ٢,٥ - ٣٪ لمسحوق اللبن الكامل. وبالنسبة لمسحوق اللبن الكامل خفض محتوى الرطوبة تحت ٢,٥٪ ينقص الثبات للأكسدة نظراً لإزالة طبقة جزيئات الرطوبة الوحيدة mono-molecular moisture الحامية. والزيادة في محتوى الرطوبة و/أو درجة حرارة التخزين يسرع هذه التغيرات الهادمة مع نقص في عمر الرف وتغير السلوك الوظيفي للمسحوق.

ولما كانت مساحيق اللبن مسترطبة hygroscopic فإن أخذ الرطوبة يجب أن يضبط بإستخدام تعبئة ضد الرطوبة. ومسحوق اللبن الفرز يعبأ عادة في أكياس ورق ذات عدة طبقات سعة ٢٥كجم مع كيس مبطن بعديد إيثيلين أو ورق متموج مبطن باللدائن. وتعبئة مماثلة يمكن إستخدامها مع مسحوق اللبن الكامل بينما تستخدم حاويات مكسوحة بغاز خامل لعبوات المستهلك.

ومسحوق اللبن الفرز بمحتويات رطوبة أقل من ٤٪ ثابت تقريباً لمدة ١٢ - ١٨ شهراً على درجات حرارة حتى ٢٠°م. وعند درجات حرارة تخزين حوالي ٣٠°م هناك نقص جوهري في ذوبان المسحوق و جبن والنكهة والليسين المتاح والثبات ضد الحرارة وخواص عمل الجبن بينما تزيد خواص اللزوجة وبذا يقل نفع المسحوق. وزيادة رطوبة المسحوق يمكن أن يكون لها نفس التأثير العكسي أثناء التخزين الطويل.

ومسحوق اللبن الكامل ومسحوق اللبن الفرز يجب أن يكون لهما محتوى رطوبي منخفض لتقليل التدهور أثناء التخزين. ولكن حتى على نسب رطوبة منخفضة فإن أكسدة الدهن تحد من عمر الرف لمسحوق اللبن الكامل إلى ٦ أشهر تقريباً على درجات الحرارة العادية. ودرجات حرارة التخزين المرتفعة وتعرض المسحوق للضوء يقلل من هذا الرقم. والتسخين المبدئي على درجات حرارة عالية لتحرير مضادات الأكسدة الطبيعية في اللبن والتعبئة في جو غاز خامل تستخدم للمساعدة على ضبط تغيرات الأكسدة في المسحوق. وتستخدم التعبئة في جو غاز خامل في إنتاج مسحوق اللبن الكامل الفوري حيث المسحوق المليسثن الساخن يعبأ مباشرة في علب معدنية والأكسجين في الحيز العلوي headspace يُقَلَّل إلى أقل من ٢٪ بالتفريغ وكسح الغاز. ويمكن إستخدام التعبئة في غاز خامل مع تخزين مسحوق اللبن الكامل.

التطبيقات في صناعة الأغذية

أستخدمت مساحيق الألبان في صناعة الأغذية لخواصها التغذوية والوظيفية والعضوية الحسية. والخواص الوظيفية هي أساساً من بروتينات اللبن وتتضمن إمتصاص الماء وخواص البروتين الرابطة والذوبان وتكون الجل والإستحلاب وتكوين الرغوة والمطاطية واللزوجة viscoelasticity بينما الخواص العضوية الحسية هي أساساً وظيفة دهن اللبن وهي تعمل فيمايأتي:

منتجات الحلويات confectionary products:

الخواص الوظيفية في الحلويات هي: اللزوجة وتكوين الجل والإستحلاب وربط الدهن. وبروتين اللبن ضروري لتكوين النكهة واللون للتوفي والكراملة والنوجة والفدج fudge وشكولاتة اللبن. والبروتين يساعد على الإستحلاب وخلط المكونات ويؤثر على لزوجة الخلطة. وأثناء الطبخ وبعد ذلك في معاملة الخلطة فبروتينات اللبن تنفرد وترتبط عبر خلال روابط كب-كب لتكون شبكة مطاطية لزجة تعطي التركيب والقوام للمُنْتَج. والقوام المتماسك والمضيغ لبعض الحلويات مثل القند يتصل بربط الماء بواسطة الكيزين كما يمنع الكيزين "الإنسياب البارد cold flow" في التوفي.

ومسحوق اللبن الكامل يستخدم فى شكولاتة اللبن بنسب مابين ١٢-٢٥٪ بالوزن (الشكولاتة) ويساهم فى اللون والنكهة والقيمة الغذائية للشكولاتة. ومركبات النكهة التى يساهم بها مسحوق اللبن الكامل تشمل الألدهيدات والكيتونات ومركبات الكربونيل الأخرى المكونة بالأكسدة الذاتية. والتحليل الدهنى لدهن اللبن ومسحوق اللبن الكامل يساهم فى نكهة وقوام الشكولاتة ويساعد فى منع "اللمعان bloom" ويختلط مع زبدة الكاكاو بدون تغيير خواصها. ومسحوق اللبن الكامل المجفف بالإسطوانات يؤدى الوظائف أحسن من مسحوق اللبن الكامل المجفف بالرشاش فى الشكولاتة لأن له مستوى أعلا من الدهن الحر (حوالى ٩٠٪) عن المجفف بالرشاش (٣-٦٪). وعلى ذلك فعندما تصنع شكولاتة اللبن من مسحوق لبن كامل مجفف بالرشاش فإنه يكون هناك تكاليف أضافية بسبب الحاجة لإستخدام زبدة كاكاو غالية الثمن لتحقيق نفس الجودة النهائية للمُنتَج. وتفاعل الإسمرار الذى يشمل اللاكتوز يساهم فى نكهة ولون المُنتَج.

منتجات الخبيز bakery products: الخواص الوظيفية فى الخبيز هى ربط الماء وتكوين الرغوة والإستحلاب. وإضافة مسحوق اللبن الفرز يزيد من مقدرة الماء على الإمتصاص فى العجين تقريباً بنسبة مباشرة لكمية مسحوق اللبن الفرز المضاف. ويستخدم مسحوق لبن فرز عالى الحرارة خاصة فى عمل الخبز لأن مسحوق اللبن الفرز منخفض الحرارة ينقص إمتدادية العجين ويعطى حجم رغيف فقير نظراً لوجود عامل خفض الحجم فى المساحيق منخفضة الحرارة. وإضافة مسحوق اللبن الفرز يحسن قوام لب الخبز والنكهة وعمر رف المنتج وهذا يرجع لخواص ربط الماء لبروتينات اللبن. وتستخدم طرق عمل الخبز المستمرة - مسحوق اللبن الفرز بمستويات أقل من ٢٪ لأن المستويات الأعلا تنتج عجيناً ضعيفاً ورغيفاً له حجم فقير. وإدخال مسحوق اللبن الفرز فى خلطات الكيك يحسن تركيب الرغوة والقوام. وإضافة مساحيق اللبن لمنتجات الخبيز يحسن أيضاً لون القشرة نظراً للإسمرار. ومسحوق مخيض اللبن BMP يحسن من النكهة وعمر الرف.

منتجات اللحم meat products: مسحوق اللبن الفرز عالى الحرارة يستخدم منذ عدة سنوات فى تصنيع منتجات اللحم المفرومة comminuted لتحسين خواص الإستحلاب وربط الماء والقوام واللون والنكهة. وأداء بروتين اللبن ليس فى حالته المثلى للإستحلاب لأنه فى شكل تجمع غروى/ مُذَيلى. وذوبان الجزء الليفى العضلى فى بروتينات اللحم وهى ضرورية لتثبيت المنتجات المفرومة بدقة يثبط بواسطة الكالسيوم الأيونى من مسحوق لبن الفرز المضاف. وعلى ذلك فقد يلجأ إلى إستخدام معزولات بروتين اللبن المذابة للمساعدة على التغلب على هذه المشاكل. وعموماً فيمكن تحضير مسحوق لبن فرز منخفض الكالسيوم بإستخدام التبادل الأيونى أو تقنيات الأغشية وقد تم ذلك بنجاح فى منتجات اللحم.

أغذية الألبان dairy foods: صناعة الألبان نفسها هى إحدى مستخدمات مساحيق الألبان ومسحوق

اللبن الفرز أستخدم فى تصنيع منتجات مثل الجيلاتي ومنتجات اللبن المعاملة بالمزرعة والألبان المحورة والجبن الكوخ والمنتجات المملوءة ومواد البسط ذات السعرات المنخفضة. وكذلك في إعادة إرتباط اللبن ومنتجات الألبان. فمثلاً المساحيق لإنتاج لبن مبخر معاد الإرتباط يجب أن تكون ثابتة للحرارة لتتحمل التعقيم في العلبة وهذا يتحقق بإعطاء اللبن معاملة مبدئية حرارية عالية قبل التجفيف. وبالمثل المساحيق للبن مكثف محلى معاد الإرتباط يجب أن يكون متوسط الحرارة من أجل أن يقابل متطلبات لزوجة الناتج النهائي. ويمكن تحضير منتجات معادة التكوين بكفاءة بما فيها أنواع جبن مختلفة. وإستخدام المحتفظ به أو مساحيق عالية البروتين وإستخدام عملية الترشيح فائق العلو ينتج إحتمالات إنتاج ومدى من المساحيق مصممة خصيصاً لعمل الجبن. ولو أن إعادة تكوين مسحوق اللبن الكامل لتحضير مدى من منتجات تحتوى دهناً ممكن، فإن إعادة إرتباط مسحوق اللبن الفرز مع دهن اللبن غير المائي anhydrous milk لازال مفضلاً بسبب مشاكل النكهة المؤكسدة والتكاليف المتعلقة بإستخدام مسحوق اللبن الكامل.

(Macrae)

• خصائص مساحيق اللبن

characteristics of milk powders

الخواص الفيزيقية والوظيفية

physical & functional characteristics

كثير من خواص المساحيق دالة على عدد من العوامل المتداخلة (الجدول ٤) بينما تتأثر بعض الخواص بخواص أخرى. وهى تقسم إلى خواص فيزيقية ووظيفية والخواص الفيزيقية تُعَرف تركيب ومظهر المسحوق وتتضمن كثافة الحجم وكثافة الجسم وتوزيع الحجم والعيوب مثل الجسيمات المحروقة والنقط flecks. وتُعَرف الخواص الوظيفية المسحوق بالنسبة لمناسبته لتطبيقات معينة وتتضمن خاصية الفورية والتقسيم الحرارى والإسترطاب والإنسياب والذوبان والدهن الحر.

جدول (٤): العوامل التى تؤثر على خصائص المسحوق.

العامل	الخصائص الرئيسية المتأثرة
جودة اللبن الخام	دليل الذوبان والثبات للحرارة واللزوجة.
تكوين اللبن	كثافة الجسيم وكثافة الحجم وتقسيم الحرارة والإسترطاب.
التسخين المبدئي	تقسيم الحرارة والثبات ضد الحرارة واللزوجة وكثافة الحجم.
درجة التركيز	دليل الذوبان وكثافة الحجم وتوزيع حجم الجسيمات.
ظروف التجفيف	دليل الذوبان والجسيمات المحروقة والدهن الحر والرطوبة الحرة وكثافة الحجم وتوزيع حجم الجسيمات.
نوع أجهزة المعاملة المستخدمة	دليل الذوبان والجسيمات المحروقة والدهن الحر وخاصية الفورية والإسترطاب وكثافة الحجم.

توزيع حجــــم الجسيمــــات particle size distribution: هذا مقيـاس لمتوسـط قطـر جسيم المسحوق ومـدى الحجم على جـانبى المتوسـط وهـى مهمـة لعلاقتـها بخـواص إعـادة التكويـن وخـواص الإنسياب والمظهر وهـى تتـأثر بعمليـة التذرير مع نقص متوسط حجم الجسيم بزيادة سرعة دوران عجلة المذرر ذى الطـرد المركـزى، الـذى بالتالى ينقص معدل تغذيـة المُركـز إلى العجلـة أو يزيد ضغط التغذيـة فى فوهة التذرير. وهى تنقص أيضاً بخفض لزوجـة المُركـز وبخفـض فـرق درجـة الحرارة بين النقيطة والهواء الجـاف أثناء التجفيف بالرشـاش/الـرذاذ. والجسـيمات المجففـة علـى إسطوانات roller-dried تميل إلى أن تكـون غـير منتظمة وتعطى توزيع حجم أعرض.

كثافة الحجم وكثافة الجسيم والتركيب الدقيق bulk density, particle density & microstructure

كثافة الحجم هى مقياس لكتلة المسحـوق الـذى يدخل فـى حجم معين تحت ظروف تعبئة مُعرَفَة. ويعبر عنها بـ جم/مل. وهـى إقتصادياً خاصية هامة لأنها تؤثـر علـى تكـاليف النقل والتعبئة وعلـى ذلك فمساحيق ذات كثافة الحجم العالية تفضل. فمـن الوجهـة الوظيفيـة هـى مهمـــة لعلاقتهـا بخـواص فورية المسحوق التكتـل يسبب إنخفاضاً جوهريـاً فـى كثافة الحجم.

وكثافة الحجم خاصيـة معقـدة جـداً وتتـأثر أساسـاً بكثافة الجسيم وبمحتوى الهـواء بـين الجسـيمات (الطريقة التى تزدحم فيها الجسيمات مع بعضها). وكثافة الحجم تتوقف على كثافة المادة المُنْتَجَة وكمية الهواء المحبوس بين الجسيمات وكثافة مادة المُنْتَج تتوقف على تكوين المُنْتَج وكثافـات كـل مكـون يكـون المُنْتَج فمثلاً كثافة دهن اللبن أقل جوهرياً عن كثافة المـواد الجافة غير الدهنية وبذا فكثافة حجم مسحوق اللبن الكـامل عـادة أقل من تلك الخاصة بمسحوق اللبن الفـرز. وكثافـة مـادة المسـحوق لايمكـن تغييرهـا بـدون تغيـير تكويـن المُنْتَج ولذا فهى لأى منتج معين ثابتة. وعلـى ذلك فلمنتج معين يصبح الهـواء المحبـوس عـاملاً أوليـاً مؤثراً على كثافة الجسيم.

والهـواء المحبـوس داخـل جسـيمات المســحوق يخفض كلاً من كثافات الجسيم والحجم. وهـو ينتج عن الهـواء الـذى يدمـج فـى تغذيـة المُركـز أثنـاء المرور من المُبَخِر إلى التذريـر. وبالتـالى لتحقيـق كثافـة جسيم عالية مـن المهم أن يحد مـن إدمـاج الهـواء. والـهـواء يدمـج فـى نقيطـات المـذرر خـلال فعل المـذرر نفسـه. وعامـة يدمـج هـواء أكـثر مـع المذررات الطـاردة المركزيـة عـن الفوهـات ولـو أنـه بإستعمال فوهات ذات سعة كبيرة فإن الفرق غـير جوهـرى. وقـد تم تصميم مـذررات طـاردة مركزيـة خاصـة. والهـواء المحبـوس يتأثر بعدد مـن العوامـل كالآتى:

١- نظام التغذية وتصميم المذرر feed system & atomizer design: المُركَز لمـا يـترك المبخـر يكـون مـزال الهـواء. وفعـل ضـخ pumping مادة التغذيـة إلى المـذرر وعمليـة التذريـر نفسـها يمكنـهـا إعـادة دمـج كميـات جوهريـة مـن الهـواء. والمـذررات ذات الطـرد المركزى بسبب مساهمة بيسطـح هـواء-مـادة

تغذية كبيرة داخل العجلة وفعل العجلة نفسها يسبب إدماج هواء جوهرى فى مادة التغذية أثناء التذرير. ولمقاومة ذلك فقد تم إقتراح عمليات خاصة مثل عجلة اللبن (ريشة منحنية أو عجلة كثافة حجم عالية) وعجلة مكتسحة بالبخار والأخيرة ترمى إلى أن تحل محل بيسطح مادة التغذية-هواء بواسطة بيسطح مادة تغذية-بخار وبينما هى جيدة فى منع تكوين الفجوات فى الجسيمات المجففة بالرذاذ وبذا تزيد من كثافة الحجم فإنها تحدث فساداً فى جودة المسحوق ودليل الذوبان وإقتصاد العملية .

٢- خواص مادة التغذية properties of the feed: كمية الهواء المدمجة فى مادة التغذية تعتمد على مقدرة مادة التغذية لتكون رغوة ثابتة وهذا يتأثر بمحتوى البروتين وبطبيعة البروتينات وبوجود عوامل مضادة لتكوين الرغوة. ومحتوى بروتين عالٍ يزيد من ميل مادة التغذية لتكوين رغوة. وبروتينات الشرش غير الممسوخة لها مقدرة عالية على تكوين الرغوة وبذا فإن محتوى الهواء المحبوس يتصل بالمعاملة المبدئية الساخنة المجراة قبل التبخير.

ومعاملة حرارة عالية تخفض محتوى الهواء المحبوس وتزيد من كثافة الحجم. والمركزات المحتوية على دهن تظهر ميلاً أقل كثيراً لأن ترغى عن مركزات اللبن الفرز نظراً لمحتواها البروتينى المنخفض والدهن الحر الذى يعمل كمثبت للرغوة. ومواد التغذية عالية التركيز أو الدافئة لها مقدرة على تكوين رغوة أقل من تلك الخاصة بدرجات الحرارة المنخفضة أو ذات الجوامد الكلية المنخفضة.

٣- ظروف التجفيف drying conditions: أثناء التجفيف تسبب إزالة الهواء خفضاً كبيراً فى الوزن وحجم وقطر النقيطة المذررة. ومدى هذا الإنكماش يتوقف على ظروف التجفيف والجوامد الكلية فى مادة التغذية ووجود الهواء فى النقيطة. وأثناء عملية التجفيف هناك تصلب تدريجى فى النقيطات ويكون الماء المبخر فجوات داخل الجسيم وهذا التصلب التدريجى يسبب أن الجسيم يسخن وأى هواء محبوس يتمدد ويملأ الفجوات مانعاً أو محدداً الإنكماش بعد ذلك. ومحتوى الهواء المحبوس فى الجسيم يزيد مع درجة حرارة التجفيف، ومع إختلاف درجات حرارة عالٍ بين النقيطة وهواء التجفيف يؤدى هذا إلى تمدد سريع فى الهواء وتصلب الجسيم ومنع الإنكماش. وزيادة فوق التسخين يمكن أن يكون جسيمات تشبه البالون، مما يخفض كثافة الجسيم. وأحياناً القشرة الصلبة لاتستطيع تحمل الضغط المخلوق بواسطة الهواء المتمدد وتتكسر الجسيمات معطية دُقاقاً fines يصعب إستعادتها فى أنظمة فصل المسحوق/هواء.

وإذا حفظت درجة حرارة الهواء المحيطة أثناء المراحل الحرجة للتجفيف منخفضة مثل مايحدث فى التجفيف ذى المراحل المتعددة فإن تمدد الهواء يقل إلى أقل حد والإنكماش يزداد إلى

أقصى حد وتتحسن كثافة الجسيم. وبالتالى فإذا كانت كل الظروف الأخرى متساوية فإن عملية التجفيف على مرحلتين تنتج مسحوقاً له كثافة جسيم أكبر عن التجفيف على مرحلة واحدة والمساحيق المجففة على إسطوانات تميل إلى أن يكون لها هواء محبوس أقل كثافة وحجماً أعلا عن المساحيق المجففة بالرذاذ.

ومحتوى الهواء الخلالى interstitial أو الطريقة التى بها تزدحم جسيمات المسحوق مع بعضها تتوقف على توزيع حجم الجسيم ودرجة التكتل والإنسيابية. وتوزيع حجم جسيم مناسب يضمن أن المسافات بين الجسيمات الكبيرة تمتلىء بجسيمات أصغر، وبذا تزيد كثافة الحجم. والتكتل من الناحية الأخرى ينقص من كثافة الحجم ومدى الإنخفاض يتوقف على درجة التكتل. ومقدرة المسحوق على أن ينساب أثناء إختبار كثافة الحجم يؤثر على النتائج المتحصل عليها. وخواص إنسياب جيدة يشجعها حجم جسيم كبير.

وكما فى كثافة الحجم فإن التركيب الدقيق للمسحوق يتأثر بطبيعة مادة التغذية وطريقة التدرير ونوع عملية التجفيف. وجسيمات مسحوق اللبن الفرز العادية المجففة بالرذاذ كروية فى الشكل مع سطح معرج نظراً لأن الكيزين فى اللبن ينقبض على سطح الجسيم. وهذه الجسيمات تحتوى فجوات كبيرة تحدد كثافة الحجم. وشكل الجسيم يتأثر بمدى الإنكماش الذى يحدث خلال التجفيف وبالتالى بكمية الهواء المحبوس. وعلى ذلك فالجسيمات الناتجة من عملية تجفيف عديدة المراحل تميل إلى أن تكون أكثر كفاءة ومفرغة deflated وأكثر عدم إنتظام عن تلك المنتجة بعملية ذات مرحلة واحدة.

دليل الذوبان solubility index: هو مقياس لمدى مسخ بروتينات مسحوق اللبن وأساساً الكيزين. وهى تقاس بكمية – ويعبر عنه بالملليلترات – من المادة غير الذائبة المستعادة من عينة من مسحوق معاد تكوينه ومطرود مركزياً تحت ظروف معينة. وذوبان فقير (دليل ذوبان عالٍ) فى مساحيق اللبن ينتج عن تعريض اللبن لدرجات حرارة عالية خاصة عندما يكون لها مستويات عالية من الجوامد الكلية أثناء المعاملة. وهذا التأثير يُعَزَز بزيادة الحموضة فى اللبن وعلى ذلك فدلائل ذوبان عالية يمكن أن تتسبب عن:

١- جودة لبن فقيرة: محتوى حمض عالى نظراً لنشاط بكتيرى يزيد من حساسية الكيزينات للمسخ الحرارى.

٢- درجات حرارة تجفيف عالية: تزيد من لزوجة المُركَز مثل تكون الجل age-gelation بعد تبخير على درجة حرارة عالية والإحتفاظ به مما يؤدى إلى تدرير فقير وتكون نقيطات أكبر مما يحتاج إلى درجات حرارة أعلا لتحقيق التجفيف. وعمليات التجفيف على مرحلة واحدة مع درجات حرارة أعلا أكثر إحتمالاً أن تسبب دلائل ذوبان عالية عن عمليات ذات عدة مراحل.

٣- عدم تبريد المسحوق قبل التخزين.

والمساحيق المجففة على إسطوانات بسبب درجات الحرارة الأعلا التى تصل إليها، لها دلائل ذوبان أعلا جوهرياً عن المساحيق المجففة بالرذاذ.

ومصطلح "دليل عدم الذوبان insolubility index" أقْتُرِح بواسطة الإتحاد الدولى لصناعة الألبان IDF كبديل لتدريج عكسى لدليل الذوبان. ووجود نقط flecks بيضاء فى المساحيق هو من أصل مشابه للراسب غير الذائب ويمكن إكتشافه بصرياً.

محتوى الرطوبة moisture content: إقتصادياً من المهم أن يكون محتوى الرطوبة أقرب مايمكن للحد الأقصى مع الأحتفاظ بجودة المسحوق. وفى التجفيف على مراحل عديدة، فإن ضبط رطوبة المسحوق عند خروجه من الغرفة الرئيسية من المجفف ذى الطبقة المسيلة/المبردة مهم حيث أنه يؤثر على كثافة الحجم وكثافة الجسيم ودليل الذوبان والتكتل ...الخ للمسحوق. ولأهمية الرطوبة تقاس على الخط وهى تتأثر بعدد كبير من العوامل بما فيها ظروف هواء التجفيف وظروف التدرير والتغذية.

الجسيمات المحروقة scorched particles: الجسيماث المحروقة هى جسيمات فوق مسخنة أو محروقة تنتج عن رواسب داخل غرفة التجفيف. ويمكن أن تنتج عن تدرير معيب أو إستخدام مرشحات هواء غير محتفظ بها جيداً أو طرق قفل المجفف غير صحيحة أو قذارة أو رواسب فى اللبن الخام أو رواسب محروقة فى المبخر. وعلى ذلك فهى تعكس جودة ظروف المعاملة وتقاس بترشيح عينة لبن معاد تكوينها تحت ظروف مُعَرَفَة مع مقارنة حشية المرشح مع مقاييس معروفة.

الإسترطاب hydroscopicity: هذه تتوقف إلى حد كبير على كمية والحالة الفيزيقية لللاكتوز فى المسحوق. والشكل غير المتبلر لللاكتوز مسئول عن طبيعة الإسترطاب لمساحيق اللبن وميلها "للكعكعة to cake" أثناء التخزين، والمستويات الأعلا لهذا الشكل من اللاكتوز تعطى مشاكلاً أكثر كما فى مساحيق الشرش. وتبلر اللاكتوز إلى الشكل α- أحادى الأيدرات يخفض من إسترطابه. ولمنع كعكعة المساحيق يجب حمايتها جيداً من الرطوبة وتخزينها على درجات حرارة عادية.

النواحى الكيماوية والكائنات الدقيقة
chemical & microbiological aspects

تفاعل الإسمرار browning reaction: تفاعل إسمرار مايارد Maillard وهو تفاعل بين اللاكتوز ومجموعات α-أمينو ، ε-أمينو فى بروتين اللبن وتشجع أثناء التسخين المبدئى والتبخير والتجفيف والتخزين فى إنتاج المسحوق. وهذا التفاعل ينتج عدداً من المركبات الكيماوية ومنها ثانى أكسيد الكربون والأيدروكسى ميثيل فرفيورال والمالتول وحمض الفورميك وهى تسبب تغير اللون ونكهات غير مرغوبة (ورق مقوى cardboard أو غرائى gluey) فى المنتج كما أنها تسبب نقصاً فى ذوبان المنتج وفقداً فى القيمة الغذائية بخفض الليسين المتاح خلال تكوين معقد مع اللاكتوز. والرطوبة عامل ضابط فى الإسمرار والذى له حد

أقصى فى قيم نشاط مائى متوسط (٥-١٠٪ رطوبة) وهى قيم قريبة من محتويات الرطوبة فى المنتجات التجارية للمساحيق. ولتقليل إنتاج النكهات غير المرغوبة وتغير اللون يجب تخزين المساحيق تحت ظروف درجات حرارة منخفضة (١٥ - ٢٠°م) وكذلك رطوبة.

الأكسدة oxidation: أكسدة الدهن هى العامل المحدد لعمر الرف فى مسحوق اللبن الكامل. وتفاعل الأكسدة تفاعل شقوق حرة يشمل أيدروبيروكسيدات ويؤدى إلى إنتاج مختلف الألدهيدات والكيتونات والأحماض الأيدروكسية والأيدروكربونات وكثير منها متطاير وله روائح قوية ونكهات غير مرغوبة توصف بأنها "آجنة stale" و "شحمية tallowy" و "ورق مقوى cardboard".
ومعدل أكسدة الدهن يتأثر بنشاط الماء فى المسحوق وسريع عند نشاط الماء الموجود فى الأغذية المجففة. وفى معظم المساحيق فإن أحسن حماية ضد أكسدة الدهن تتحقق عندما يكون مستوى الرطوبة كافٍ لتكوين طبقة جزيئية وحيدة من الماء على الجسيمات المجففة وبذا تعطى حاجزاً ضد الأكسجين من أن يتصل بالدهن. ودرجة الحرارة حيوية أيضاً فمع كل ١٠°م إرتفاع يزيد معدل الأكسدة للضعف وظروف المعاملة التى تشجع تكوين حمض تسرع أيضاً التهدم التأكسدى.
ويمكن ضبط التغيرات التأكسدية فى مسحوق اللبن الكامل بالمعاملة بالتسخين المبتل للبن لتوليد مضادات أكسدة (مجموعات كب يد) فى الموقع *in situ* وكذلك الكسح بغاز خامل لعلب التجزئة لإنقاص الأكسجين المتبقى إلى أقل من ٢٪. ويعيش مسحوق اللبن الكامل عند درجات الحرارة والرطوبة العادية حوالى ستة أشهر.

الكائنات الحية الدقيقة microbiology: وجود الكائنات الدقيقة فى مسحوق اللبن ينتج عن مصدرين: تلك المتبقية بعد عملية التصنيع وتلك الناتجة عن إعادة التلوث فى المنتج.
وعمليات تصنيع مساحيق اللبن لها تأثيرات مختلفة على بقاء الكائنات الدقيقة الموجودة فى اللبن. وطريقة تجفيف اللبن بالرذاذ ليست مميتة لكل الكائنات الدقيقة وكثير منها قد يبقى بعد ظروف زمن قصير وإنخفاض درجة حرارة الخروج النسبية والتى تتعرض لها جسيمات المسحوق فى عملية التجفيف. وهناك مايثبت أن الكائنات الحساسة للحرارة بما فيها الـ *Salmonella* spp. يمكنها أن تبقى بعد عملية التجفيف بالرذاذ. وخطوة التسخين المبدئى لها تأثير جوهرى على خفض عدد الكائنات الدقيقة مع زيادة مستوى النقص بزيادة شدة التسخين المبدئى. والتبخير ينتج عنه زيادة فى العدد مع زيادة الجوامد الكلية مما ينتج عنه زيادة حماية للكائنات الدقيقة ضد المعاملة الحرارية.
وأهمية أنواع الكائنات الدقيقة التى تعيش بعد عمليات تصنيع المسحوق هى المقاومة للحرارة thermoduric والمحبة للحرارة thermophilic والكائنات المكونة للجراثيم. بجانب عدد من الإنزيمات الثابتة ضد الحرارة والتى تطلقها محبات

الحرارة المنخفضة وزعافات منتجة بواسطة كائنات أخرى مثل *Staphylococcus aureus* أثناء التخزين والمعاملة وعلى ذلك فيجب ضبط أزمنة ودرجات حرارة التخزين.

وكثير من الكائنات الدقيقة المعزولة من مسحوق اللبن ترجع تلوث المسحوق أثناء وبعد التجفيف. وهذه الكائنات الملوثة قد تتضمن كائنات فساد وأخرى ممرضه، ولذا فإختبارات الكائنات الدقيقة التى تجرى على الخط تتضمن عد أطباق قياسى وعد البكتيريا المقاومة للحرارة thermoduric وعد أشكال كولى وعد *S aureus* والـ *Salmonella*.

السالمونيلا *Salmonella*: وجدت السالمونيلا فى تسمم غذائى من منتجات لبن مجفف. وأنواع *Salmonella* يمكن أن تبقى بعد التجفيف بالرذاذ بالرغم من أن معدل البقاء ينقص مع زيادة درجة حرارة الخروج من المجفف. ولما كانت السالمونيلا تهدم على درجات حرارة البسترة فوجودها فى المسحوق دليل على تلوث بعد التبخير. ومتطلبات ضبط الـ *Salmonella* هى ظروف العمل الجيد، وتشمل:

١- منع دخول السالمونيلا بضبط كل الحوامل carriers الممكنة مثل الناس والحشرات والمواد والبيئة وغيرها.

٢- وإذا حدث ودخلت فمنع النمو بالنظافة والتصحاح للمصنع وفصل مساحات المعاملة الجافة والمبتلة وحركة مضبوطة ومراقبة للأشخاص والمواد...الخ.

٣- إجراء معاملة حرارية مساوية على الأقل لبسترة ذات درجة حرارة عالية وزمن قصير لكل المواد المستخدمة وإستخدام درجات حرارة تجفيف مناسبة.

٤- منع التلوث بعد البسترة بفصل مساحات إنتاج المواد المبتلة والجافة ومساحات التعبئة وضبط ومراقبة الأشخاص وحركة المواد والمحافظة على الأماكن فى ظروف نظيفة وصحية ومنع ترسبات المنتج وإختبار الشقوق روتينياً فى المجففات والمحافظة على المعاملة وجودة هواء البيئة والمرشحات...الخ.

٥- المعرفة المستمرة وتقدير حالات الأشخاص وكذلك أماكن الراحة والبيئة (داخلياً وخارجياً) من حيث المُمْرِضات وأيضاً المُنْتج.

ويمكن أن تجرى إختبارات على عينات ٦٠× ٢٥جم فى الدفعة أما التكتلات فتجرى على ١٥ × ١٠٠جم أو ٣ × ٥٠٠جم علماً بأنه لايسمح بأن توجد *Salmonella* فى أى عينة.

وفى حالة وجود *Salmonella* فى أى دفعة من مسحوق اللبن فيجب عمل الآتى: ١- المنتج يتلف destroyed. ٢- المنتج يعاد معاملته وإختباره. ٣- المنتج يعاد أخذ العينات منه بمعدل إختيار أعلا. فإذا كان لازال موجباً فاتجه لرقمى ٢،١ وإذا كانت العينات سالبة فيمكن إطلاق المنتج.

الميول فى ضبط الجودة
trends in quality control

تقليدياً مراقبة الجودة لمساحيق الألبان كانت إختبار المنتج النهائى ولكن كونها عملية فى نهاية الخط فإنها أدت قليلاً لمنع منتجات معيبة. وتحت ضغط المستهلكين فإنهم إتجهوا من مراقبة الجودة quality control إلى ضمان الجودة quality assurance حيث العملية نفسها ضبطت لإعطاء درجة عالية من الثقة فى المنتج. ويستخدم الآن تحليل نقط المراقبة الخطرة والحرجة Hazard Analysis & Critical Control point كما هو واضح من الصورة (٢) والجدول (٥). ويجب أن يعرف عدد مرات الفحص والشخص المسئول ونقطة الفحص.

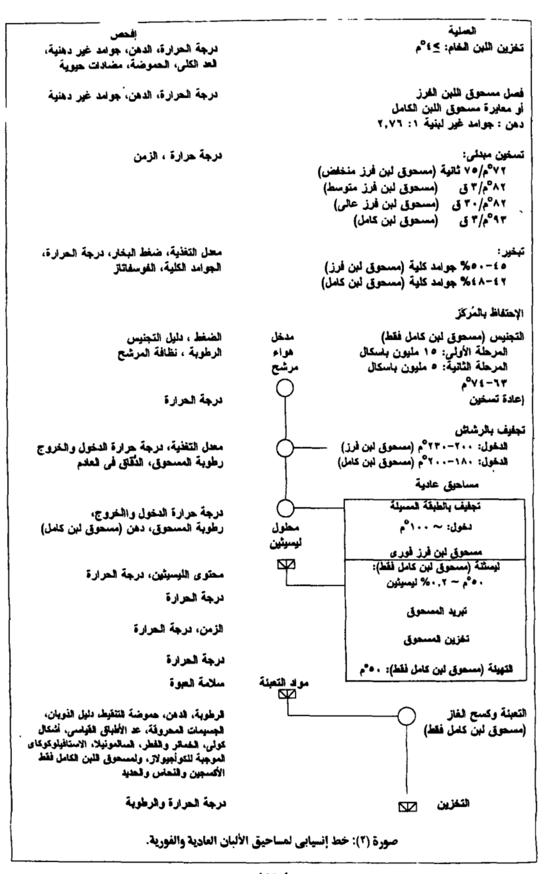
جدول (٥): صفحة مراقبة الخطر – تصنيع المسحوق.

العملية الحرجة	الخطر الكائن (تحليل الخطر)	نقطة الضبط الحرجة	مقاييس المنع والضبط والمراقبة
تخزين اللبن الخام	نمو كائنات الفساد والمُمْرضة مما يؤدى إلى زيادة دليل الذوبان، إنتاج الزعاف والإنزيمات الثابتة للحرارة وعيوب النكهة.	تصحاح الصومعة والأجهزة التابعة. عملية التبريد.	نظف وصَحِحَ تبعاً لضمان الجودة، وافحص الصوامع بإنتظام على الأقل مرة كل أسبوع بالأشعة فوق البنفسجية. إضمن أن اللبن مبرد إلى ≥ ٤°م مباشرة بعد الوصول ويحفظ على ≥٤°م لمدة ≥ ١٢ ساعة.
الفصل / التقييس والمعايرة	عدم التقيد بمواصفات الدهن.	كفاءة الفاصل.	إضمن درجة حرارة الفصل ومعدل إنسياب اللبن والكريمة كما هو محدد. إضمن أن نسبة الدهن: جوامد غير لبنية هى ١ : ٢,٧٦ لمسحوق اللبن الكامل. وتحليل اللبن على الخط للبن المُقَيس/المعاير standardized.
فعل التسخين المبدئى	بسترة غير كافية، عدم التقيد بمواصفات الكائنات الدقيقة، تدهور تأكسدى (مسحوق اللبن الكامل). فشل التقيد بمعاملة تقسيم الحرارة الموصوف (مسحوق اللبن الفرز).	تصحاح قبل المسخنات، الزمن/درجة الحرارة.	إضمن التنظيف فى المكان. إضمن تسخين اللبن للوقت / درجة الحرارة على الأقل للبسترة أو للتقيد بتقسيم الحرارة المطلوب. مراجعة الترمومترات بإنتظام وكذلك مقاييس الإنسياب، راقب وسجل عمليه التسخين المبدئى.
التبخير / الإحتفاظ بالمُركَز	تلوث بعد البسترة والنمو.	تصحاح المصنع. زمن الإحتفاظ/ درجة الحرارة.	إضمن إتباع طرق التنظيف فى المكان. غَيّر ونظف تنكات الإحتفاظ بالمُركَز. قلل حجم وزمن المُركَز المحتفظ به وإذا إحتفظ به تاكد من أن درجة الحرارة كما هو مطلوب.

تابع: جدول (٥)

تحليل الخطر		نقطة الضبط الحرجة	مقاييس المنع والضبط والمراقبة
العملية الحرجة	الخطر الكائن		
التجنيس (مسحوق اللبن الكامل فقط)	تلوث ونمو بعد البسترة. ثبات المنتج.	تصحاح المصنع. دليل التجنيس.	إضمن إتباع طرق التنظيف في المكان. عامل على الضغوط الموصوفة: المرحلة الأولى ١٥ مليون باسكال والثانية ٥ مليون باسكال.
التجفيف/ التبريد	تلوث ونمو بعد البسترة.	تصحاح المصنع، مورد الهواء، التركيب السليم للمصنع.	إضمن نظافة تصحاح المصنع داخلياً وخارجياً. إضمن المكان الصحيح لمآخذ الهواء، الفحص المنتظم. تنظيف وتصحاح مرشحات الهواء. الفحص المنتظم لعيوب التركيبات مثل شقوق المجفف.
	رطوبة خارج المواصفات، وكذلك دليل الذوبان والجسيمات المحروقة.	درجات حرارة الدخول والخروج.	مراقبة منتظمة لدرجة الحرارة ، والضبط الآلي للمجفف، ومراقبة رطوبة المسحوق على الخط.
الليسثنة (مسحوق لبن كامل فقط)	مستوى الليسيثين خارج المواصفات.	تركيز الليسيثين في محلول الرش. تجريع dosing غير مضبوط.	راجع تركيز الليسيثين مبنياً على الدهن الحر: الدهن الكلي في المسحوق الأساسي. راجع أجهزة وظروف التجريع dosing.
مواد التعبئة	التلوث بالكائنات الدقيقة والمواد الغريبة.	التصحاح، سلامة العبوة.	إضمن التخزين المناسب والمناولة. راجع المواد للتلف والعيوب...الخ.
التعبئة	التلوث بالكائنات الدقيقة والمواد الغريبة.	التصحاح	إضمن مقاييس التنظيف والعمال وتصحاحهم وأن أخذ العينات مضبوط، وافصل عمليات التعبئة واضمن بيئة نظيفة.
		سلامة العبوة.	إضمن صلاحية القفل.
	تدهور تأكسدي (مسحوق لبن كامل).	إزالة الهواء	إضمن أن مستوى الأكسجين ≤ ٢٪ بكسح الغاز.
	وزن ملء خاطئ.	المقاييس/التدريج scales.	راجع معايرة المقاييس. راجع وزن العبوات إحصائياً.
التخزين	تدهور الإنتاج خلال تغيرات كيماوية وكائنات دقيقة.	التصحاح، درجة الحرارة، الرطوبة.	تطبيق ومراقبة ممارسة جودة العمل. خزن على ١٥ - ٢٠°م. اضبط وراقب الرطوبة واضمن أن مواد التعبئة تمنع إلتقاط الرطوبة.

(Macrae)



صورة (٢): خط إنسيابى لمساحيق الألبان العادية والفورية.

الشرش whey & whey powders

الإنتاج والإستخدام production & uses

الأصل وخواص الشرش

origins & characteristics

الشرش - وهو ناتج ثانوى من تصنيع الكيزين والجبن - كان يعامل لسنوات كثيرة كمنتج للإهدار. والتخلص منه كان إما بتقديمه للحيوانات أو بتركه يسيل إلى البالوعات أو على الأرض. وفى العقود الأخيرة فإن ضغوط البيئة بجانب التعرف على القيمة الأصلية لجوامد الشرش أنتجت عمليات لتحويل سائل الشرش إلى مدى من مكونات الأغذية القيمة.

مصدر وتكوين الشرش: يمكن إعتبار الشرش المادة المائية المتبقية بعد تخثر الكيزين فى اللبن إما خلال إضافة الحمض (كما فى تصنيع الكيزين) أو خلال فعل بروتياز مثل الكيموسين (كما فى تصنيع الجبن). وتكوين الشرش يختلف كثيراً جداً تبعاً لمصدر اللبن وعملية التصنيع ولكن على المتوسط يحتوى الشرش حوالى ٦٥جم/كجم جوامد منها حوالى ٥٠ جم لاكتوز، ٦ جم بروتين، ٦ جم رماد، ٢ جم نتروجين غير بروتينى، ٠,٥ جم دهن. وشرش الكيزين عامة به رماد أكثر كثيراً من شرش الجبن. ويمكن تقسيم الشرش إلى ثلاث مجموعات:

١- الشرش الحلو sweet wheys: وبه حموضة تنقيط ٠,١٠ - ٠,٢٠٪ وله رقم جـ يد ٥,٨ - ٦,٦. وهذه الفئة تشمل الشرش المنتج من جبن مخثرة بالكيموسين وبها مستويات حموضة منخفضة.

٢- شرش متوسط الحموضة medium acid wheys: حيث حموضة التنقيط ٠,٢٠ - ٠,٤٠٪ ورقم جـ يد من ٥,٠ - ٥,٨. وهذا القسم يمكن أن يشمل شرشاً من تصنيع جبن حمضى طازج مثل الريكوتا أو جبن الكوخ.

٣- شرش حمضى acid wheys: وله حموضة تنقيط أكثر من ٠,٤٠٪ ورقم جـ يد أقل من ٥,٠. وهذا القسم يمكن أن يشمل شرش الكيزين المصنوع بإضافة أحماض معدنية وبعض شرش الجبن الحمضى الطازج. وتكوين الشرش الحلو والحمضى مبين فى الجدول (١).

جدول (١): تكوين مسحوق شرش حلو وحمضى ومركزات بروتين الشرش.

	التكوين (٪)					
	رطوبة	بروتين خام	بروتين حقيقى	لاكتوز	دهن	رماد
شرش حلو	٣,٢	١٢,٩	-	٧٤.٤	١.١	٨,٤
شرش حمضى	٣,٥	١١,٧	-	٧٣,٤	٠,٥	١٠,٨
٣٥٪ مركز بروتين الشرش	٤,٦	٣٦,٢	٢٩,٧	٤٦,٥	٢,١	٧,٨
٥٠٪ مركز بروتين الشرش	٤,٣	٥٢,١	٤٠,٩	٣٠,٩	٣,٧	٦,٤
٦٥٪ مركز بروتين الشرش	٤,٢	٦٣,٠	٥٩,٤	٢١,١	٥,٦	٣,٩
٨٠٪ مركز بروتين الشرش	٤,٠	٨١,٠	٧٥,٠	٣,٥	٧,٢	٣,١

والنقاط التالية مهمة في تقدير إختبارات معاملة أنهار الشرش.

١- الشرش به جوامد كلية ٦,٥٪ أي أنه منتج مخفف جداً ولذا فلإنتاج ١ كجم من مسحوق الشرش يتطلب إزالة حوالي ضعف الماء كما في إنتاج ١ كجم مسحوق لبن. وإزالة الماء عملية مكلفة.

٢- من كل الجوامد في الشرش أكثر من ٧٥٪ لاكتوز. وعلى ذلك فإستخدام الشرش يرتبط بإستخدام اللاكتوز ولسوء الحظ اللاكتوز ليس تجارياً سكرا بل إنه ليس ذائباً تماماً وليس حلواً أيضاً (الجدول ٢) مما يحد من إستخدامه.

٣- البروتينات الموجودة في الشرش تتكون من حوالي ٥٠٪ β-لاكتوجلوبيولسين، ٢٥٪ α-لاكتالبيومين، ٢٥٪ بروتينات أخرى. وبروتينات الشرش كلها غذائية جيدة جداً وتحتوي الأحماض الأمينية الضرورية بنسب عالية ويمكن أن يكون لها خواص وظيفية ممتازة وعلى ذلك فبروتينات الشرش هي أهم مكونات الشرش. ومعظم عمليات معاملة الشرش (مثل الترشيح فائق العلو ultrafiltration وتصنيع اللاكتالبيومين) تهدف إلى زيادة نسب بروتينات الشرش في المنتج النهائي.

٤- المحتوى المعدني وإنخفاض رقم جـ‌يد لشرش الكيزين يحد جداً من إستغلاله ومعظم المنتجات المؤسسة على الشرش منتجة من شرش متوسط أو منخفض الحموضة.

٥- الشرش له مطلوب أكسجين كيموحيوي (ط.أ.ك BOD biochemical oxygen demand كبير جداً مما يجعل التخلص منه صعباً. ويجب ملاحظة أن عدداً من الإختيارات لمعاملة الشرش خاصة تلك التي لا ينتج عنها زيادة في نسبة البروتين في المُنتَج تُنتِج أيضاً مُنتَج إهدار يحتوي معظم اللاكتوز الموجود أصلاً وهذا النهر يحتاج إلى معاملة بعد ذلك. وعلى ذلك فالمشاكل التي نتجت عن ط.أ.ك BOD من الشرش الأصلي كثيراً مالاتتأثر إلا قليلاً بكثير من إختيارات معاملة الشرش.

جدول (٢): الحلاوة النسبية وذوبان اللاكتوز والسكروز وبعض السكريات الأحادية.

السكر	الحلاوة النسبية	الذوبان (جم/١٠٠ جم محلول)		
		١٠°م	٣٠°م	٥٠°م
سكروز	١٠٠	٦٦	٦٩	٧٣
لاكتوز	١٦	١٣	٢٠	٣٠
د-جالاكتوز	٣٢	٢٨	٣٦	٤٧
د-جلوكوز	٧٤	٤٠	٥٤	٧٠
د-فركتوز	١٧٣	-	٨٣	٨٧

إختيارات المعاملة processing options: تقع هذه في أربعة أشياء رئيسية:

١- هذه الخاصة بإزالة الماء (تجفيف بالرذاذ أو على إسطوانات لإنتاج مسحوق الشرش).

٢- هذه الخاصة بزيادة البروتين فى المنتج النهائى (الترشيح فائق العلو لإنتاج مركزات بروتين الشرش). وعملياً التجزئة لتصنيع معزولات البروتين، والمعاملة الحرارية لإنتاج اللاكتالبيومين.

٣- هذه الخاصة بإستخدام اللاكتوز فى الشرش (المعاملة باللاكتاز أو حرارة/حمض لمنتجات اللاكتوز المحلمأة. والتخمر لعدد من المنتجات مثل حمض اللاكتيك وحمض السيتريك وبروتين الخلية الواحدة).

٤- هذه الخاصة بتغيير التكوين النهائى للمنتج (النث الكهربى والتبادل الأيونى لتصنيع منتجات منزوعة المعادن demineralized).

وكل من السابق يعتبر فى الآتى:

• تجفيف الشرش: التجفيف بالرذاذ للشرش عملية مباشرة مع ظروف مشابهة لتلك المستخدمة فى تجفيف اللبن بالرذاذ. وعلى ذلك يركز الشرش إلى ٤٠ - ٧٠٪ جوامد كلية ويجفف بالرذاذ أو الإسطوانات إلى محتوى رطوبة أقل من ٥٪. وتجفيف الشرش معقد بسبب محتواه من اللاكتوز. ويوجد اللاكتوز فى شكلين α، β-لاكتوز وال α-لاكتوز يتبلر كإيدرات بينما الـ β-لاكتوز لايحتوى أى ماء تبلر. ولكن إذا جففت محاليل الشرش بسرعة فربما لم يكن هناك وقت لتبلر α-لاكتوز إلى أيدرات وحيدة ويتكون α-لاكتوز غير متبلر. واللاكتوز الجاف فى منتج الشرش هو أساساً فى نفس الشكل الموجود فى السائل. وكلاً من أيدرات α-لاكتوز والـ β-لاكتوز ليس مسترطباً، ولكن α-لاكتوز غير المتبلر عالى الإسترطاب ويمتص رطوبة من الهواء مما ينتج عنه أيدرات والتى تشمل فراغاً أكبر عن الشكل غير المتبلر. وهذا التأثير هو الذى يكون الكتل lumping والكعكعة caking فى كثير من مساحيق الشرش. وكلا مساحيق الشرش المسترطبة وغير المسترطبة يصنع. والأولى تنتج بالتجفيف البسيط لمركزات الشرش. أما تصنيع مساحيق الشرش غير المسترطبة فيعتمد على تحويل معظم اللاكتوز فى مركز السائل إلى شكل متبلر قبل التجفيف. وهذا يمكن تحقيقه بالإحتفاظ بالمُركَز تحت ظروف مناسبة للسماح للتكوين الشامل لبلورات α-أيدرات. والبديل عملية شبيهة بالفورية يمكن إستخدامها وفيها سطح جسيمات كمسحوق الشرش المجفف جزئياً ترطب جزئياً قبل إنهاء عملية التجفيف وهذا يسمح بالتبلر الإضافى لـ α-لاكتوز أثناء التجفيف.

• طرق زيادة محتوى البروتين فى المنتج النهائى: جوامد الشرش تحتوى حوالى ١١٪ بروتين وكثير من معاملة الشرش تهدف إلى زيادة هذا المستوى مع منتجات نهائية تحتوى مابين ٣٥٪، تقريباً ١٠٠٪ بروتين. ولكن هذه الطرق تنتج تيار إهدار مرتفع اللاكتوز والذى يعطى مشاكلاً منفصلة فى الإستخدام أو التخلص منه.

الترشيح فائق العلو ultrafiltration: الترشيح فائق العلو هو أكثر الطرق إستخداماً بواسطة صناعة الألبان لإنتاج مدى من منتجات الشرش ذات محتوى بروتين زائد وتعرف بإسم مركزات بروتين

الشرش (ر.ب.ش WPCs). والترشيح فائق العلو يعتمد على إمرار الشرش بالقرب من غشاء له حجم ثغور بحيث أن المواد ذات الوزن الجزيئى المنخفض مثل اللاكتوز والرماد تمر خلال الغشاء بينما المكونات ذات الوزن الجزيئى الأعلا مثل البروتين يحتفظ بها. ففى ترشيح فائق العلو للشرش المنتج المحتفظ به بغشاء المرشح فائق العلو (المحتفظ به retentate) تكون محتوياته الصلبة (الجوامد) أعلا فى البروتين وأقل فى اللاكتوز عن الشرش الأصلى. والمحتويات الصلبة (الجوامد) للمنتج والذى يمر فى الغشاء (النافذ/المتخلل permeate) عالٍ فى اللاكتوز والرماد وبه أقل مايمكن من البروتين.

ومركزات بروتين الشرش تنتج من مدى متسع من الشرش عادة إلى محتوى بروتين ٣٥٪، ٥٠٪، ٧٥٪ (الجدول ١). ومركز بروتين الشرش المحتوى ٣٥٪ عادة أقل تكلفة من مسحوق اللبن الفرز وكثيراً مايستخدم ليحل محل مسحوق اللبن الفرز. أما مركز بروتين الشرش المحتوى على ٥٠٪ بروتين فهو لاينتج كثيراً ويستخدم فى تطبيقات خاصة فقط. ومركز بروتين الشرش ذو الـ ٧٥٪ بروتين يمكن أن يكون له خواص وظيفية مرغوبة جداً وهذه يمكن مناولتها بتحوير عملية التصنيع وهذه المنتجات لها قوة ربط ماء ممتازة وتكوين جل وخواص إستحلاب مما يجعلها مطلوبة.

إنتاج اللاكتالبيون lactalbumin production: بروتينات الشرش حساسة للحرارة ويمكن ترسيبها بالمعاملة الحرارية تحت ظروف مناسبة من رقم جيد والقوة الأيونية وهذا يستخدم فى تصنيع اللاكتالبيومين. (يلاحظ أن اللاكتالبومين وهو ناتج ترسيب الحرارة للبروتينات من الشرش يحتوى مخلوطاً من α-لاكتاليبوبين الممسوخ والـ β-لاكتوجلوبيولين وبروتينات الشرش الأخرى وأنه لايجب الخلط بينه وبين α-لاكتالبيومين). وفى تصنيع اللاكتالبيومين يسخن الشرش لمسخ وتخثير وترسيب بروتينات الشرش ويحصل على الراسب بتثفيل settling وصفق (أو الطرد المركزى) والغسيل لإزالة الملح الزائد ويسترجع المنتج بالطرد المركزى أو الترشيح قبل التجفيف والطحن والتعبئة فى أكياس. والمعاملة الحرارية المستخدمة فى تصنيع اللاكتالبيومين ينتج عنها مسخ شديد لبروتينات الشرش مما ينتج عنه منتج فقير وظيفياً. ولذا يجد اللاكتالبيومين أحسن إستخداماته حيث التقوية بالبروتين ضرورية ولكن ليست مطلوبة لإعطاء خواص وظيفية.

عزل البروتين وتجزئته protein isolation & fractionation: تهدف هذه الطريقة إلى فصل البروتينات من الشرش فى شكل بحيث تبقى إلى أكبر حد ممكن غير ممسوخة وبذا تحتفظ بوظائفها. وهذه المنتجات (مركزات البروتين ومعزولاته) عالية فى محتوى البروتين ويمكن أن يكون لها خواص وظيفية إستثنائية ذات قيمة عالية لصناعة الأغذية. وتحتوى مركزات البروتين على بروتينات الشرش فى حوالى نسبها تقريباً كما هى فى الشرش (لاحظ أنه يستخدم هنا مصطلح مركزات البروتين لمنتجات عالية فى البروتين تحتوى بروتينات الشرش فى

نفس النسبة تقريباً كما هى فى الشرش، وإن المصطلح مركز بروتين الشرش whey protein concentrate يستخدم لمنتجات مصنعة بالترشيح فائق العلو وأن المصطلحات معزولات البروتين protein isolates وأجزاء البروتين protein fractions تستخدم للإشارة إلى منتجات عالية فى البروتين مع نسبة عالية لبروتين مخصوص أكثر مما هو موجود فى الشرش). ومركزات البروتين هذه تصنع عادة بإستخدام مُمْتَص absorbent غير متخصص لربط البروتينات فى الشرش ثم تمليز elution للبروتينات بمعاملة المُمْتَص بمُمَلِز eluent مخصوص. والممتصات التى أستخدمت تشمل كربوكسى ميثيل سيليولوز ومدى من الأكسيدات المعدنية. وهذه الممتصات غير متخصصة نسبياً فإنها تظهر تفضيلاً لربط بروتينات مخصوصة تحت ظروف معينة من رقم جـيد ودرجة الحرارة والقوة الأيونية. وعلى ذلك فهذه العمليات تستخدم لإنتاج معزولات البروتين مثلاً بنسبة أعلا من β-لاكتوجلوبيولين إلى α-لاكتالبيومين عما هو موجود فى الشرش.

وتقنية تجزئة البروتين تعتمد على فصل α-لاكتالبيومين من β-لاكتوجلوبيولين على أساس إختلاف ذوبانهما تحت ظروف معينة من رقم جـيد ودرجة الحرارة والقوة الأيونية. ولذا فإنه من الممكن مثلاً أن يفصل بالترسيب معظم الـ α-لاكتالبيومين من الشرش بالمناولة الحذرة لظروف المعاملة. فكلا من α-لاكتالبيومين والذى ترسب والبروتين المتبقى الذائب (ومعظمه β-لاكتوجلوبيولين) غير ممسوخ وبذا يحتفظا بخواصهما الوظيفية. والظروف المستخدمة فى هذه العمليات خفيفة جداً ولاينتج عنها أى مسخ لبروتينات الشرش. ومع هذه العمليات فإنه من الممكن إنتاج معزولات عالية فى β-لاكتوجلوبيولين (مع قوة جل عالية جداً) و α-لاكتالبيومين (وهو مُنْتَج قد يكون له مجال كبير فى الأغذية غير الحساسة للأطفال).

• إختيارات معاملة اللاكتوز lactose processing options : إختيارات معاملة الشرش التى تشمل اللاكتوز يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات: تلك التى تشمل خطوة تخمر وتلك التى تشمل فصل اللاكتوز وإستخدامه وتلك التى تشمل حلمأة أنزيمية للاكتوز لإنتاج جالاكتوز وجلوكوز.

التخمر fermentation: هناك إختيارات كثيرة منها إنتاج الغاز البيولوجى والكتلة الحيوية والكحول وحمض اللاكتيك وحمض السيتريك ولكن صناعة الألبان لم تأخذ هذه الفرصة إلى حد كبير.

فصل اللاكتوز separation of lactose: هذا الإختيار قد يكون أحسنها فهو قد يستخدم فى معاملة تيارات الإهدار من عمليات معاملة شرش أخرى كالترشيح فائق العلو. وتصنيع اللاكتوز (عادة أيدرات α-لاكتوز) يشمل إزالة البروتين والتركيز وإعادة الترشيح ثم التركيز مرة والحث على التبلر وفصل البلورات فى جهاز طرد مركزى ذى أسبتة.

حلمأة اللاكتوز lactose hydrolysis: حلمأة اللاكتوز تنتج السكريات الذائبة الحلوة جالاكتوز وجلوكوز. ويتم ذلك بمعاملة الشرش باللاكتاز أو بمعاملة الشرش منزوع البروتين على درجات حرارة عالية ورقم جـ يد منخفض. ومن الصعب تجفيف الشرش المحلمأ بسبب ميل السكريات الأحادية المتكونة بالحلمأة لإنتاج "زجاجات glasses" على سطح المجفف.

• التغير فى تكوين المعادن changes in mineral composition: التكوين المعدنى للشرش خاصة شرش الكيزين يؤثر عكسياً على المذاق وتطبيقات المنتج. ويتم ذلك بمعاملة الشرش بالتبادل الأيونى (لاتفضيل فى فصل الأيونات) أو النث الكهربى (تفضيل فصل الأيونات أحادية التكافؤ). وكلا العمليتين مكلف وتنتج مستويات عالية من السوائل العنيدة intractable. وهناك إختيار بإستخدام أغشية تناضح عكسى مفتوح open reverse osmosis والتى تسمح بمرور الأيونات والماء بينما تحتفظ بمكونات الشرش الأخرى ومنها اللاكتوز.

• التطبيقات applications: تستخدم جوامد الشرش كمكون غذائى فيما يحل لبن العجل، وتركيبة الأطفال وجبن الشرش والمشروبات والمخبوزات والجيلاتى ومنتجات الألبان الأخرى واللحوم المفرومة ومنتجات تقليد الألبان. وهى تعطى قليلاً من الوظائف وتعمل فقط على إعطاء مصدر غير مكلف للبروتين والكربوايدرات والكالسيوم وكذلك بالنسبة للاكتالبيومين. ومركزات بروتين الشرش تستخدم فى تقوية البروتين ويستخدم مركز بروتين الشرش ٣٥٪ كبديل لمسحوق اللبن الفرز ومركز بروتين الشرش ٧٥٪ له خواص تكوين جل ممتازة ويستخدم ليحل محل بياض البيض. ويستخدم الشرش منزوع المعادن فى تركيبات الأطفال من لبن البقر مع تركيب أقرب للبن الإنسان وكمكون للمشروبات. ويستخدم اللاكتوز فى الصلصات والمشروبات الفورية ومنتجات اللحوم حيث حلاوتها المنخفضة ومقدرتها على تعزيز النكهة تكون مرغوبة. وكذلك يستخدم اللاكتوز فى الحلويات والمنتجات المخبوزة. واللاكتوز النقى جداً يستخدم فى صناعة الأدوية وكمادة تفاعل فى إنتاج البنسيلين والمنتجات المتخمرة الأخرى. وتطبيقات الشرش المحلمأ تشمل مكونات للأغذية مثل المشروبات والمنتجات الأخرى مثل أغذية الحيوانات الخَضِلة moist حيث يمكن إستخدامها كمثبت للرطوبة لتحل محل الجلوكوز الأكثر كلفة. (Macrae)

• مركزات البروتين وأجزاؤها
protein concentrates & fractions

خواص بروتينات الشرش

بروتينات الشرش هى تلك التى تبقى فى محلول بعد إزالة الكيزينات من اللبن إما بالمعاملة بالكيموسين أو بالتحميض. وتوزيع البروتين فى اللبن الفرز يظهر فى الجدول (٣).

والـ β-لاكتوجلوبيولين هو بروتين رئيسى فى الشرش يكون حوالى نصف البروتين الموجود. وهو يوجد فى عدد من الأشكال وله موحود monomer ووزنه الجزيئى حوالى ١٨٠٠٠. ويجب

ملاحظة أنه فقط خارج مدى جـ يد ٣,٥ - ٧,٥ أن الـ β-لاكتوجلوبيولين يوجد كموحـود monomer. وفي داخل هذا المدى فإنه يوجد عادة كمثنوى dimer ولو أنـه تحـت بعض الظـروف فـإن بعض الأشكال تكون ثمانية موحود octonomer. والـ β-لاكتوجلوبيولين حساس للحرارة نسبيا وقد يمسخ بالحرارة إذا سخن إلى فوق ٦٠°م كثيرا.

جدول (٣): متوسط تكوين بروتين لبن الفرز الدافيء.

	جم/١٠٠ جم لبن	محتوى البروتين الكلي (٪)
كيزين غروى	٢,٣٦	٧٤
سيرم كيزين	٠,٢٦	٨
β-لاكتوجلوبيولين	٠,٢٩	٩
α-لاكتالبيومين	٠,١٣	٤
البيومين سيرم البقر	٠,٠٣	١
جلوبيولينات المناعة الكلية	٠,٠٦	٢
بروتينات أخرى	٠,٠٦	٢

والـ α-لاكتالبيومين لـه موحـود monomer وزنـه الجزيئى حوالى ١٤٠٠٠ وهو مقاوم للحرارة بعض الشيء أكثر من β-لاكتوجلوبيولين. وهناك بروتينات سيرم أخرى كثيرة بما فيها جلوبيولينات المناعة فى الشرش ومعظمها تمسخ بالحرارة بسهولة. فمثلا معاملة اللبن بالحرارة على ٧٠°م لمدة ٣٠ق يمسخ فقط ٦٪ من α-لاكتالبيومين، ولكن من مجموع ٣٢٪ من الـ β-لاكتوجلوبيولين و٨٩٪ من جلوبيولينات المناعة فهذه المعاملة الحرارية ينتج عنها مسخ لحوالى ٣/١ بروتينات السيرم الكلية. وفى الشرش المعاملة الحرارية كثيرا ماتجرى على جـ يد بعيدة عن تلك الخاصة باللبن. وأن جـ يد المعاملة الحرارية للشرش يكون لها تأثير كبير على مدى درجة المسخ لكل من بروتينات الشرش.

وكبروتينات كروية فإن كلا من α-لاكتالبيومين و β-لاكتوجلوبيولين لهـا إحتمال أن تكون مكـون غذائى وظيفى عال. وكثير من العمليات المستخدمة لإستعادة بروتين الشرش ينتج عنها مسخهما الجزئى والـذى ينقص وظائفهما فى المنتج.

المنتجات الرئيسية والتطبيقات

مركزات بروتين الشرش يتم تصنيعها بالترشيح فائق العلو للشرش. وفى هذه العملية يمرر الشرش ضد غشاء شبه منفذ والذى يسمح - إنتقائيا - بمرور مواد ذات وزن جزيئى منخفض مثل الماء والأيونات واللاكتوز بينما يحتفظ بالمواد ذات الوزن الجزيئى الأعلا مثل البروتين فى "المحتفظ بـه retentate" والمحتفظ بـه يركز بعد ذلك بالتبخير ويجفف بالرذاذ لإعطاء مركزات بروتين الشرش (ر.ب.ش WPCs) ومركزات بروتين الشرش متاحة فى بروتينات تركيز ٣٥، ٥٠، ٧٥٪. ولمنتجات البروتين الأعلا تستخدم عملية تعرف بإسم الترشيح المزدوج diafiltration وفيها تتم إضافة الماء الإضافى إلى المحتفظ به أثناء التصنيع "ولتغسل washout" كمية أكثر من المواد ذات الوزن الجزيئى المنخفض من المحتفظ به.

وتوفر بروتينات الشرش للمواد الغذائية مدى متسعا من الوظائف الممكنة كما يظهر في الجدول (٤). وهناك عدد من العوامل التي تؤثر على الخواص الوظيفية لمركزات بروتين الشرش وهذه تشمل مصدر الشرش ومحتواه البروتيني والمعاملة الحرارية المتبعة مع الشرش أو المحتفظ به من الترشيح فائق العلو أثناء التصنيع ومحتوى الدهن ومحتوى المعادن في مركزات بروتين الشرش.

جدول (٤): وظائف بروتينات الشرش في الغذاء.

الخاصية الوظيفية	طبيعة العمل	نظام الغذاء
الذوبان	ذوبان البروتين.	المشروبات.
إمتصاص الماء	الربط الأيدروجيني للماء ؛ حبس الماء.	السجق والكيك والخبز.
اللزوجة	التثخين وربط الماء.	الشوربة والهاموم وصلصات السلطة.
تكوين الجل	تكوين شبكة البروتين والمعقد.	اللحوم والخثرة ومنتجات الخبيز والجبن.
الإلتصاق – التماسك	البروتين يعمل كمادة لاصقة.	السجق ومنتجات الخبير ومنتجات العجائن.
المطاطية	الربط غير المحب للماء للجلوتين، وروابط ثنائية للكبريتيد في الجل.	اللحوم ومنتجات الخبيز.
الإستحلاب	تكوين وتثبيت مستحلَبات الدهن.	السجق وصلصات السلطة ومبيضات القهوة والشوربة والكيك وتركيبات الأطفال.
إمتصاص الدهن	ربط الدهن الحر.	السجق والدونت doughnuts.
الرغوة لحبس الغاز	تكون فيلماً ثابتاً.	الشيفون والعُقْبَة desserts والكيك والفوقيات المخفوقة.

وعموماً فمركزات بروتين الشرش ذات المحتوى البروتيني الأقل لها وظائف محدودة أكثر عن تلك الخاصة ببروتينات مستوى أعلا. وفي كثير من الحالات مركزات بروتين الشرش تخدم أكثر من غرض وظيفي واحد في الأغذية، فمثلاً لما كانت بروتينات الشرش تبقى ذائبة على مدى متسع من $ج_{يد}$ وخاصة بالقرب من $ج_{يد}$ ٤,٥ وقد تستخدم في المشروبات الحمضية كمقويات للبروتين وقد تعطي خاصية الإستحلاب لهذه المنتجات، وإذا رغب فقد تضيف العكارة. ومركزات بروتين الشرش يمكن إستخدامها كرابطات للماء في منتجات مثل المخبوزات واللحوم المعاملة. وفي هذه الحالات فإن درجات حرارة المعاملة يجب أن تكون عالية بدرجة كافية لمسخ بروتين الشرش ولكن ليست

عالية بدرجة كافية لإزعاج خواص ربط الماء. ومركزات بروتين الشرش يمكن أن يكون لها خواص تكوين جل ممتازة ويمكنها أن تساعد فى الحث على تكوين جل بالحرارة فى منتجات اللحوم ومنتجات الخبيز. وخواص إستحلاب مركزات بروتين الشرش يمكن إستخدامها فى منتجات مثل صلصات السلطة وكذلك يمكن لمركزات بروتين الشرش أن يكون لها خواص تكوين رغوة منتجةً رغاوى ثابتة بالخفق. وكثير من الخواص الوظيفية لمركزات بروتين الشرش تتأثر كثيراً بعملية إزالة المعادن أو بإضافة أملاح الكالسيوم.

ويمكن إستعادة بروتينات الشرش بإستخدام الحرارة لتخثير البروتينات (تصنيع اللاكتالبيومين) أو بالإمتزاز أو تبادل الأيونات (بإستخدام مُمْتَزَات مثل كربوكسى ميثيل سيليولوز) أو تكوين معقدات (مع تفاعلات مثل عديد الفوسفات). وبعض المصانع ذات النطاق الضيق تنتج معزولات بروتين الشرش بإستخدام إما سفيروزيل spherosil أو كربوكسى ميثيل سيليولوز ومنتجات هاتين العمليتين ذات وظائف عالية وبها أجزاء بروتين لها وظائف خاصة عالية. ولكن الإستخدام التجارى لهذه العمليات يحده التكاليف العالية وقدرة البروتين الرابطة المنخفضة للمُمْتَزَات adsorbents.

أجزاء الشرش whey fractions

يمكن الحصول على مخلوطات من بروتينات الشرش بإستخدام التقنيات المبينة وتقنية الترشيح فائق العلو تسود. ولكن مركز بروتين الشرش المحضر بالترشيح الفائق لايعطى مكونات وظيفية عالية الثقة فهو غالباً فقير و/أو لايعتمد عليه. وللتغلب على ذلك أعطيت عدة إختيارات تهدف إلى تصنيع أجزاء بروتين تحتوى نسبة أعلا من بروتين معين موجود فى جوامد الشرش.

التبادل الأيونى: الممتزات يمكن أن تمتز بإنتقاء بروتينات متخصصة من الشرش تحت ظروف معينة من pH ودرجة الحرارة. فتحت ظروف معينة ممتزات سفيروزيل spherosil يمكنها إزالة نسبة جوهرية بإنتقاء β-لاكتوجلوبيولين من الشرش تاركة جزءاً غنياً فى α-لاكتالبيومين كسائل من عملية الإمتزاز وهذه العمليات تستخدم عمليات على دفعات تشتمل إمتزازاً وتمليزاً elution وإعادة توليد.

إستنزاف الأيونات ion depletion: تعتمد هذه التقنية على أن الـ β-لاكتوجلوبيولين غير ذائب فى محاليل ذات قوة أيونية منخفضة خاصة حوالى نقطة تكاهرها. وهذا الأساس أستخدم فى عدد من الدراسات والمنتجات كانت أساساً β-لاكتوجلوبيولين بالرغم من وجود بروتينات أخرى ولكن الإتاء كان منخفضاً فحوالى ٣٠٪ من البروتين الموجود فى الشرش أستعيد كراسب.

الفصل الحرارى thermal separation: ينخفض ذوبان الـ α-لاكتالبيومين تحت ظروف معينة من رقم pH ودرجة الحرارة (تحت درجة حرارة المسخ) والقوة الأيونية ولايتأثر ذوبان الـ

β- لاكتوجلوبيولين. وهناك عمليتان أحدهما فرنسية والأخرى استرالية لإستغلال هذا الفرق ويختلفان فى مادة الإبتداء فالطريقة الفرنسية تستخدم شرشاً غير معامل والطريقة الأسترالية تستخدم شرشاً مركزاً إلى ١٢٪ مواد صلبة بواسطة الترشيح فائق العلو. وفى الطريقة الأسترالية رقم جيد للمحتفظ به من الترشيح فائق العلو يضبط إلى جيد ٤,٢، ويبتدىء فى تجميع المخلوط بالتسخين إلى ٦٤°م لمدة ٥ق. وأثناء هذه العملية يتجمع α-لاكتالبيومين فى جسيمات صغيرة. والمنتج بعد ذلك يخفف بالماء للمساعدة على تكوين تجميعات أكبر والراسب (ومعظمه لاكتالبيوبين) يفصل بواسطة الطرد المركزى أو الترشيح الدقيق مثلاً. والوحل المفصول يبخر ويجفف لإعطاء جزءاً عالياً فى α-لاكتالبيومين (الجزء α). والمادة الطافية supernatant ترشح ترشيحاً فائق العلو وترشيحاً مزدوجاً diafiltration (للمعاونة فى إزالة الرماد واللاكتوز) ويجفف لإعطاء جزء عالٍ فى β-لاكتوجلوبيولين (الجزء β). والجزء α يحتوى حوالى ٥٠٪ بروتين (معظمه α-لاكتالبيومين)، ٤٠٪ لاكتوز والجزء β يحتوى ٧٥٪ بروتين (معظمه β-لاكتوجلوبيولين)، ١٥٪ لاكتوز.

ومن المحتمل أن المنتجات من العمليتين الفرنسية والأسترالية متشابهة فى الوظيفة. ففى كل حالة الجزء β منخفض فى محتوى الدهون وأن لها خواص تكوين جل ممتازة (أعلا كثيراً من تلك التى يظهرها أحسن مركز بروتين شرش ٧٥٪). بجانب أن قوة الجل التى يظهرها الجزء β يمكن مناولتها بتحويرات صغيرة فى ظروف المعاملة. وهذا له إمكانات جديرة بالإهتمام كمكون أغذية وظيفى عالٍ مع تطبيقات مشابهة لتلك الخاصة ببياض البيض.

والجزء α يحتوى على الدهون والفوسفوليبيدات الموجودة فى الشرش ويمكن أن يكون له خواص إستحلابية ممتازة. كما يمكن إستخدامه فى غذاء الأطفال "الإنسانى".

التجزىء بكلوريد الحديديك ferric chloride fractionation: هناك تقنيات وصفت لمعاملة الشرش المزال معادنه جزئياً بكلوريد الحديديك لترسيب β-لاكتوجلوبيولين إنتقائياً كمعقد حديدى بالقرب من جيد متعادل. وبالعكس فعند جيد حمضى كل البروتينات ماعدا β-لاكتوجالوبيولين أمكن ترسيبها إنتقائياً. وفى هذه الحالة المعقد المفصول يمكن إذابته فى جيد قرب التعادل والأيون الحديدى يُفْصَل مثلاً بالترشيح فائق الدقة. ولكن هذه العمليات ليست قريبة من التجارية.

إزالة الدهن من الشرش وأجزاء بروتين الشرش: يعتقد أن جزء الدهن فى الشرش يثبط كثيراً من الوظيفة الممكنة لمركزات بروتين الشرش وأجزاء بروتين الشرش. كما أن الجزء الدهنى فى الشرش مسئول جزئياً أيضاً عن فساد الأغشية فى عملية الترشيح فائق العلو فى الشرش. وعلى ذلك فإزالة الجزء الدهنى يمكن أن تحسن كفاءة المعاملة (إذا استخدم الترشيح فائق العلو) وكذلك وظيفة المنتج. ويمكن أن يتم ذلك بالترشيح الدقيق بإستخدام أغشية ذات ثغور من حجم يزيل

المـواد المحتويـة علـى الدهـن الكبيـرة. ولكـن يحـدث أن تفسـد أغشـية الترشـيح الدقيـق (غالبـاً بالأجزاء المحتويـة علـى الدهن). والجزء الدهنـى فـى الشـرش يوجـد فـى الجـزء α مـن العمليـة الأسترالية التى تستخدم التجمـع الحرارى. ويمكـن إزالة الجزء الدهنـى من أجزاء الشـرش بالترشـيح الدقيق مثلاً وهـذا ينتـج عنـه جـزء بروتينـى لـه وظيفية زائدة وجزء دهنى له خـواص إستحلابيـة ممتازة.

وأجـزاء الشـرش ومركـزات بروتـين الشـرش تظـهر إستخداماتها فيما يأتى، ويمكنها تحوير بعض أو كل الخـواص العضويـة الحسية وكذلـك رؤيـة وتميـؤ الخـواص السـطحية surfactant والتركيبيـة والقوامية والإنسيابية للأغذية:

الكستر المخبوز، المشروبات (رائـق حمضـى، عكـر حمضـى ومتعـادل)، البسـكويتات، الخبز، الكيـك، مالئـات الكيـك، الحلويـات (الكراميـل وشـكولاتة اللـبن)، الفاصوليـا المعلبـة، الحبـوب، مشـروب الشـكولاتة، مبيضـات القـهوة، مالئـات الكريمـة، صلصات الكريمة، عقبة الكريمة، المشروبات المعاملة بالمزارع، الدونت ومـايحل محـل بيـاض البيـض، مايحل محل صفار البيـض، الهـاموم، الهـوت دوج hot dogs، الجيلاتـى، الجـبن التقليـد، اللبـن التقليد، المكرونة، يخنى اللحوم، ممتدات اللحوم، رغيـف اللحـم، المـيرنج، الشـرائطيات، العجـائن، رقـائق البطـاطس، البودنـج، الصلصـات، السـجق، الشـربت، الأكـلات الخفيفـة، الطورتيـلا، الفوقيـات المحفوظة، والزبادى.

(Macrae)

• تخمر الشرش fermentation of whey

إختيارات العملية

بالرغم من أن مدى المنتجات الممكنة من تخمر الشـرش كبـير وأن عمليـات التخمـر فُضِلَـت فـى الثلاثينات والأربعينات فإن تصنيع هـذه التقنيـات كان بطيئاً والعوامل الهامة التـى تؤثر علـى هـذا التقدم هى:

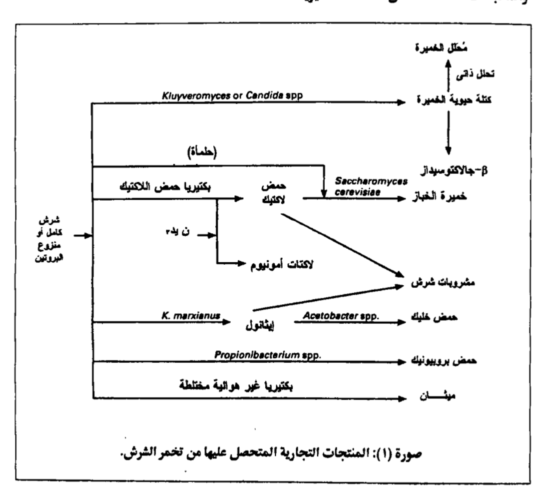
١- أحجام كبيرة من الشرش متاحة بين ٦-٩ لتر شرش تنتج لكل كيلو جرام جبن، ٢٥ - ٣٠ لتر لكل كيلو جرام كيزين يتم تصنيعها.

٢- مقدرة الشرش علـى التلويث كبيرة فمطلـوب الأكسجين البيولوجى للشرش الكلـى حـوالى ٤٠ - ٥٠ كجم/م^{3} (٣٥ كجم/م^{3} للشرش مـزال البروتين) أى حـوالى ١٠٠ مرة قـوة المجـارى المنزليـة. مما يعنـى أن معاملة المهدر الهوائيـة غالية جداً وأن معاملات تبادلية تُفَضَل.

٣- اللاكتوز هـو مصدر الكربـون الأساسـى والطاقة المتاحة للكائنات الدقيقة ولكنـه يستخدم بعـدد صغير نسبياً منها، وفـى كثير من الأحيان ليست هـى تلك المنتقاة لإنتاج نـاتج معين. كمـا أن تركيز اللاكتوز فى شرش طبيعى هو حـوالى ٤-٥٪ بـالوزن فقـط وهـذا قليـل بالنسـبة لمـواد التفـاعل للتخمـر التقليـدى ويحـد مـن تركـيز المُنْتَج الذى قد يحصل عليه وهـذا يعنـى أن تكاليف إستعادة المُنْتَج عالية، وأيضاً يمنـع نقل الشرش غير المركز إلى مراكز معاملة مركزية.

٤- فى بعـض البلاد إنتاج اللبن موسمى ومصانع تخمـر الشـرش تتعطـل إلا إذا وجـدت مـواد أخرى تصنعها.

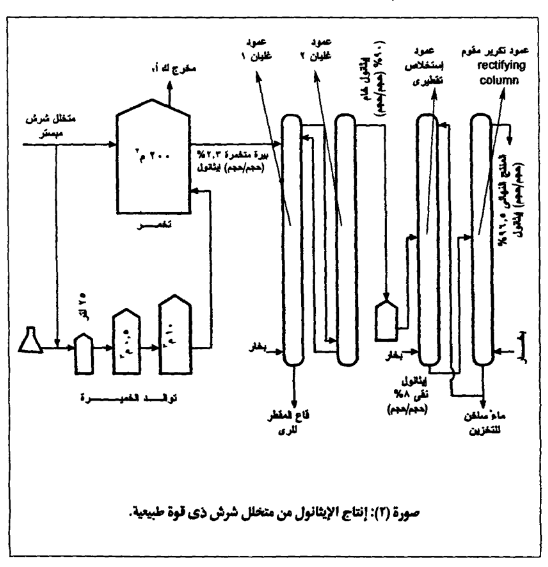
وعلى ذلك فالتركيز كان على إنتاج كيماويات سلع أو كتل حيوية biomass وهذه لها أسعار منخفضة. والتقنيات التى تم إستغلالها هى إنتاج الإيثانول والمنتجات المشتقة من الكتلة الحيوية للخميرة والميثان وبعض الأحماض العضوية ومشتقاتها ومشروبات الشرش المختلفة كما فى الصورة (١).



صورة (١): المنتجات التجارية المتحصل عليها من تخمر الشرش.

تخمر الإيثانول: يستخدم سيرم كيزين الشرش الحمضى أو شرش الجبن المنزوع البروتين كمواد تفاعل (الصورة ٢). وقد تركز بالتناضح العكسى أو يعزز بتيار غنى فى اللاكتوز لزيادة التركيز إلى حد أقصى ١٠ - ١٣ وزن٪. والتخمر يستخدم سلالات من خميرة *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* ولها أسماء أخرى (*K. fragilis* , *Saccharomyces fragilis*) وسلالات من *Candida pseudotropicalis* أثبتت أنها ذات كفاءة ولكن بعضها مُمْرِض. وقد تجرى العملية تحت ظروف مطهرة مستخدمة سيرم مبستر ولو أن هذا ليس من الضرورى مطلوب بفرض

أن السيرم لم يخزن لمدة طويلة ويتم معاملته حرارياً أثناء إستعادة البروتين. ودرجات حرارة التخمر في المدى ٢٤-٣٤°م. ولايتم ضبط رقم جـ يد وينزل إلى حوالي ٤,٠ أثناء التخمر وهذا قد يأخذ ١٢-٢٤ ساعة ويتوقف على اللاكتوز الأصلي وتركيز الخميرة. ومُقَطِر واحد على الأقل يعمل بتخمر مستمر وبمعدل تخفيف حوالي ٠,٠٧/ساعة. وأوعية التخمر حوالي ١٢٠ - ٢٥٠ م٣ في الحجم وبعض الخلط مطلوب لمنع فوق تشبع ك أ٢ في الوعاء. ويكاد يكون الإستخدام كاملاً للاكتوز وإتاء الإيثانول في مدى ٧٥-٨٥٪ من القيمة النظرية، ٠,٥٣٨كجم إيثانول/كجم لاكتوز مؤيض. وهذا يمثل تركيزاً قدره حوالي ٢ وزن٪ للسيرم غير المركز وأقصى تركيز إيثانول حوالي ٥,٥ وزن٪ يتحقق بتخمر تيارات الشرش المركزة.



صورة (٢): إنتاج الإيثانول من متخلل شرش ذى قوة طبيعية.

ويتم إستعادة الإيثانول بالتقطير بإستخدام تقنيات تقليدية والمراحل المشتملة تتوقف على إستعمال المنتج النهائي. والكحول الصالح للشرب يستخدم في إنتاج محاليل كحولية spirits مائية أو في تقوية النبيذ (الصورة ٢) وهذا يدمج عمودين (أعمدة الغليان أو تقطير البيرة) للتركيز الأصلي والتنقية، عمود إستخلاص تقطيري extractive distillation column لإزالة الكحولات العليا (زيوت كحول fusel oils) وعمود تقطير مكرر rectifying column للتنقية النهائية والتركيز. ويحتاج للكحول الخام الصناعي أو كحول الوقود إلى أعمدة الغليان ولكن ممكن عمود تنقية جانبي السحب صغير. ولإنتاج الكحول غير المائي يستخدم أعمدة خليط ثابت نقطة الغليان azeotropic إضافية أو أعمدة إستخلاص تقطيري.

ويبلغ نقص مطلوب الأكسجين الحيوي الناتج عن إنتاج وإستعادة الإيثانول حوالي ٨٠ -٩٠٪ ولكن السائل الخارج لازال يحتاج إلى معاملة قبل الخروج للمجاري المائية الطبيعية أو يستخدم في الري بالرذاذ.

منتجات الكتلة الحيوية للخميرة yeast biomass treatment

بروتين الخلية الواحدة single-cell protein:

سلالات من *K. marxianus* var. *lactis* or var. *marxiamus* تستخدم ولو أنه قيمت سلالات من *Torula* ، *Candida*. وفي بعض الأحيان أنتج إيثانول كناتج ثانوي بتغيير معدل التهوية أثناء التخمر. ومتطلبات سلالة المزرعة المناسبة تتلخص في:

١- معدل نمو عالٍ وإنتاج عالٍ للكتلة الحيوية لضمان علو الإنتاج.

٢- السلالات يجب ألا تتأثر ببروتينات الشرش إن وجدت.

٣- السلالة يجب أن تكون مناسبة للمزرعة المستمرة.

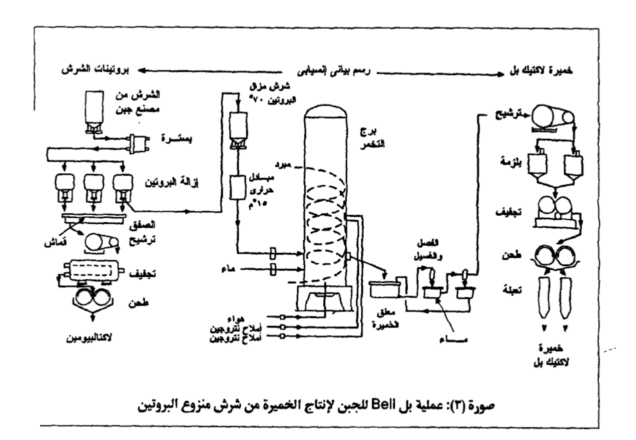
٤- السلالة يجب أن تكون مقاومة للحمض. ولضبط التلوث فإنه من الضروري أن تجري العملية على رقم جيد منخفض أو تغسل الخميرة على فترات كثيرة بالحمض لإزالة الملوثات.

٥- حجم خلية كبير وشكل خارجي موحد للمساعدة في فصل الخلايا والتركيز.

٦- محتوى بروتيني كافٍ، وتقبل في محاولات التغذية.

وعملية بيل Bel (الصورة ٣) التي توصلوا إليها في فرنسا في أواخر ١٩٥٠ فشرش الجبن الحلو أولاً يزال بروتينه ويخفف إلى محتوى لاكتوز حوالي ٢٠ - ٢٥كجم/م^{٣}. والشرش محدد limiting في النتروجين لنمو الخميرة فيضاف أملاح أمونيوم للمحافظة على محتوى البروتين العالي وكذلك المعادن الآثار (ح، نح، من، خ). ويجري التخمر على معدل تخفيف ٠,٣٣/ساعة ودرجة حرارة ٣٨°م ولمعدل إنسياب سيرم ٥-٦ م^{٣}/ساعة يضاف هواء حوالي ١٨٠٠م^{٣}/ساعة وهذا يكفي لكل من خلط وتهوية المزرعة في مُخَمِر مصعد-الهواء air-lift fermenter. ومستوى السكر المتبقي حوالي ١كجم/م^{٣} وإتاء الكتلة الحيوية هو ٠,٥٥ - ٠,٦ كجم خميرة (على أساس الوزن الجاف) لكل كيلوجرام لاكتوز مؤيض وإنتاج الكتلة الحيوية

حوالى ٤,٥ كجم/م³/ساعة. وتفصل الخميرة وتركز بعملية غسيل وطرد مركزى على مرحلتين وتبلزم plasmolysed لتجعل بروتين الخميرة أكثر سهولة ومنالاً لتجفف.



صورة (٣): عملية بل Bell للجبن لإنتاج الخميرة من شرش منزوع البروتين

والكتلة الحيوية الناتجة تشبه من حيث التكوين والإستعمال خمائر الأغذية الأخرى ومحتوى البروتين الخام حوالى ٥٠ وزن٪ على أساس الوزن الجاف والحد الجوهرى الوحيد هو الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت. وقيمة البروتين مشابهة لتلك الخاصة بالكيزين. ويمكن زيادة القيمة الغذائية للخميرة بتخمير شرش كامل واستعادة منتج يحتوى الكتلة الحيوية للخميرة وبروتينات الشرش.

β-جالاكتوسيداز: هذا الإنزيم (لاكتاز) ل.أ.٣٢٠١٠٢٠٣ EC. 3.2.1.2.32 يمكن إنتاجه من سلالات منتقاه من *Kluyveromyces* spp. بعد النمو على شرش مخفف. ويحث اللاكتوز على تكوين اللاكتاز وهو يوجد *داخل الخلايا*. وأمثل ظروف لنشاط الإنزيم هى جيد ٦ - ٧، ٣٥ - ٤٥°م ومنجنيز (من⁺²) وبعض الأيونات أحادية التكافؤ منشطات قوية. وهو يستخدم لتحليل اللاكتوز للتغلب على مشكلة عدم تحمل اللاكتوز ولتوليد أشربة أحلى من اللاكتوز ولاتتبلر بنفس السهولة.

منتجات أخرى: يمكن الحصول على خميرة الخباز ومُحَلَّلات autolysate الخميرة بتخمير الشرش حيث يحل مُحَلَّل الخميرة محل مستخلص الخميرة فى وسط الكائنات الدقيقة مثل مزارع بادئات الألبان. وقد تم عمل عمليتين لإنتاج خميرة الخباز للتغلب على *S. cerevisiae* التى لاتستطيع إستخدام اللاكتوز. وفى الأولى يحلمىء اللاكتوز بإستخدام β-جالاكتوسيداز ويستهلك الجلوكوز والجالاكتوز فى نفس الوقت بالخميرة فى مزرعة مستمرة. والعملية الثانية تستخدم نظام تخمر ذى مرحلتين فى المرحلة الأصلية تقوم بكتيريا حمض اللاكتيك بتحويل اللاكتوز إلى لاكتات والتى تستخدم فى التخمر بعد ذلك بواسطة الخميرة.

تخمرات الأحماض العضوية

organic acid fermentation

حمض اللاكتيك lactic acid: يجرى التخمر بطريقة الدفعات بإستخدام سلالات متجانسة التخمر homofermentative لبكتيريا *Lactobacillus* مثل *L. bulgaricus*. ويمكن إضافة سائل نقيع الذرة corn steep liquor و/أو مغذيات أخرى معقدة مثل مُنْبَتَات النتيشة ومستخلصات النتيشة أو الخميرة. ويضبط رقم جـيد فى المدى ٥،٥ – ٦،٥ بإضافة كا(أيد)٢ أو كا ك أ٣ ودرجة الحرارة المثلى هى ٤٣°م. وعادة يبستر الوسط ولكن إرتباط درجة الحرارة المرتفعة نسبياً مع تركيز الحمض المرتفع واللقاح الكبير (٥–١٠٪ من حجم المُخَمِر) تعنى أن التلوث ليس مشكلة كبيرة. وللشرش ذى القوة الطبيعية يتم التخمر فى أقل من ٢٤ ساعة مع إتاء ٩٠ – ٩٥٪ وإنتاج التخمر ١–٣كجم/م٣/ساعة.

وإستعادة اللاكتات والتنقية تمثل تكاليف كثيرة فى العملية وتعقد بطبيعة المنتج التآكلية corrosive وهذا يتطلب أن تكون كل الأجهزة من صلب غير قابل للصدأ رقم ٣١٦ أو أحسن مع إزالة أيونات المعادن الداخلة بالتآكل، قد يكون مطلوباً لبعض درجات المنتج. ويسخن سائل التخمر أصلاً إلى ٨٠–١٠٠°م ويرفع رقم جـيد إلى أعلا من ١٠ لإذابة لاكتات الكالسيوم وقتل الكائنات الدقيقة وترسيب فوسفات الكالسيوم والبروتينات. ثم يُصَفَّق السائل ويرشح ويعامل بالكربون لزيادة النقاوة. ثم بعد التبخير تحت فراغ يمكن إستعادة حمض درجة تكنولوجية technical graded بالتحميض بواسطة حمض كبريتيك وترشيح كبريتات الكالسيوم المترسبة ثم معاملات كربون وتنقية. وللحصول على منتجات ذات درجات أعلا تستعاد بلورات لاكتات الكالسيوم بعد تبريد السائل وهذه تغسل بعد ذلك ويعاد ذوبانها وتعامل بالكربون فى عدة دورات. ويمكن الحصول على اللاكتات بالتبادل الأيونى أو بالإستخلاص سائل–سائل أو النث الكهربى.

لاكتات الأمونيوم ammonium lactate: تنتج لاكتات الأمونيوم بإضافة الأمونيا السائلة إلى سائل التخمر أثناء إنتاج حمض اللاكتيك بواسطة *L. bulgaricus* وبعد تمام التخمر يبخر السائل ويعادل بإضافة أمونيا أخرى ويعامل إلى مدى من السوائل والمنتجات الصلبة. وهذه تستخدم كعلف للماشية وتصلح جداً للحيوانات المجترة. ولاكتات الأمونيوم تتفوق على اليوريا وعلى جريش فول الصويا فى قيمتها الغذائية وهضميتها.

حمض الخليك: بعد تخمر الشرش لإنتاج الإيثانول يمكن أيض الكحول بعد ذلك إلى حمض خليك بواسطة .Acetobacter spp. واستخدم خل الشرش في صلصة السلطة.

حمض البروبيونيك: ينتج بتخمر الشرش بواسطة Propionibacterium shermanii أو P. acidipropionici. ويستخدم الشرش الكامل ويجرى التخمر تحت ظروف معقدة على حوالي ٣٠°م ، جيد ٦,٥ – ٧,٥ ويعزز مستخلص الخميرة إنتاج البروبيونات وحوالي ٤٠٪ من اللاكتوز يتم تخمره في ٦٠ – ٧٠ ساعة. وسائل المزرعة يجفف بالرذاذ للحصول على مسحوق يحتوى كلاً من الحمض وبروتينات الشرش.

تخمر الميثان methane fermentation

تخمر الميثان أو الهضم غير الهوائي يتطلب دخول طاقة محدودة أو مغذيات وينتج قليلاً جداً من الوحل للتخلص منه مقارنة بالعمليات المعاملة الهوائية التقليدية وعدد من المفاعلات الحيوية (الهاضمات) متاحة لمعاملة سوائل ذات قوة عالية مثل الشرش وهي كلها تعتمد على الإحتفاظ بالكائنات الدقيقة التي تتوسط في التفاعل في الهضم بخيث أن زمن الإقامة الأيدروليكي لتيار الإهدار يمكن أن يكون أقل كثيراً من زمن إقامة الجوامد أو الخلايا وهذا ضروري لأن الخلايا تنمو ببطء ولكن أحجام كبيرة من المهدر يجب معاملتها يومياً.

ويفضل العمليات المحبة للحرارة المتوسطة على ٣٠ – ٣٧°م ويمكن تحقيق خفض في مطلوب الأكسجين الحيوى حوالي ٩٠٪ لمعدل إجمالي من ١ –٢٠ كجم مطلوب أكسجين حيوى م٣/يوم، ولو أن معدل أحمال في المصانع التي تعمل على نطاق كبير يكون أقل عند ١,٥ – ١٠ كجم مطلوب أكسجين حيوى م٣/يوم. وإنتاج الغاز حوالي ٣٥ لتراً/لتر شرش معامل وبه محتوى ميثان ٥٥–٦٥٪. وهذه الأرقام تتفق مع الإتاء النظرى لـ ٣٥٠ لتراً ميثان تحت ظروف درجات الحرارة والضغط القياسيين (د.ح.ض.ق STP) لكل كجم مطلوب أكسجين حيوى مزال.

مشروبات الشرش المخمرة
fermented whey beverages

الشرش الكامل أو مزال البروتين يمكن تخمره لإنتاج مدى من منتجات المشروبات. وأهم المميزات التي يظهرها الشرش كمشروب هو أن له قيمة غذائية أعلا ويطفىء الظمأ أكثر من معظم المشروبات الخفيفة وأنه أقل حموضة من معظم عصائر الفاكهة، ويمكن إجراء التخمرات اللاكتيكية أو الكحولية لإنتاج الخصائص المرغوبة في المشروب. ويستخدم التخمر اللاكتيكي بادئات كائنات حية تقليدية وسلالات خميرة Kluyveromyces تستخدم عادة في التخمرات الكحولية. ومشروبات الشرش الصحية عادة لها محتوى كحولي منخفض – إذا وجد – (<١٪ حجم) وغالباً يجرى تخمر بوحدة لاكتيك–إيثانول بواسطة مزرعة من نوع الكيفير kefir type. وأنبذة الشرش يمكن إنتاجها من الشرش منزوع البروتين.

ووصفة وملخص لخطوات المعاملة لتحضير مشروب شرش فاكهة مخمر يوجد في جدول (٥).

جدول (٥): إنتاج مشروب شرش فاكهة مخمر من شرش .

الوصفة	
مثبت	٠,٣٠٪
مركز الفاكهة	٢ - ٧٪
شرش حمضى	٨٥,٧٪
سكر	٦ - ١٠٪
نكهة ولون	كما هو مطلوب إلى ١٠٠٪
مدى رقم جـ يد التقنى المحتمل	٣,٦ - ٤,٢

الطريقة: ١- ترشيح غير دقيق للشرش الحمضى. ٢- شَتِتْ المُثبت فى الشرش الحمضى متجنباً الكتل. ٣- حافظ على تقليب بسيط لمدة ٣٠ق للسماح للمثبت أن ينتفخ . ٤- سخن إلى ٨٥°م وبرد إلى درجة حرارة تحضين (حوالى ٤٢°م). ٥- لَقِح بـ *Lactobacillus helveticus*. ٦- حَضِن إلى جـ يد ٤,٠ . ٧- برد. ٨- أضف الفاكهة والسكر. ٩- راجع رقم جـ يد واضبطه إذا لزم بمحلول ٥٠٪ حمض سيتريك إلى رقم جـ يد ٣,٦ - ٤,٢ . ١٠- عامل حرارياً. ١١- ضَعْ فى مبرد.

بدائل منتجات التخمر alternative fermentation products: عدد كبير من بدائل عمليات التخمر أعتبرت لإستخدام الشرش وتشمل منتجات تخمر أسيتون وبيوتانول وإيثانول وزيوت الخميرة وجليسرول وعديد سكريات خارج الخلايا وحمض السيتريك وفيتامينات وعديد (β- أيدروكسى بيوتيرات) وأحماض أمينية وأحماض عضوية (مثل أكريلات) وصبغات الكاروتينويد. (Macrae)

النث dialysis

نظرية النث والنث الكهربى theory of dialysis & electrodialysis

النث dialysis

النث هو عملية فصل حيث الجزيئات الأصغر تفصل من الأكبر منها (جزيئات كبيرة macromolecules) فى محلول بفضل إختلاف معدلات إنتشارها خلال غشاء معين (أو عدم الإنتشار وهى المعيار للحالة الغروية وتُكَون أساس الفصل للمواد الغروية عن المواد المتبلرة). وبالتبادل يمكن إعتبار النث عملية نقل غشائى وفيها جزيئات المذاب تتبادل بين سائلين مفصولين بواسطة غشاء. وبالتالى فإن القوة الدافعة الأولى هى الفرق فى تركيز الأنواع المتخللة/النافذة بين المحلول فى نظام غشاء النث وتلك التى على الخارج. والغشاء قد يكون طبيعياً مثل مثانة الخنزير أو صناعياً (أى مكوناً من مواد مثل مشتقات السيليولوز أو الكولوديون).

النث الكهربى electrodialysis

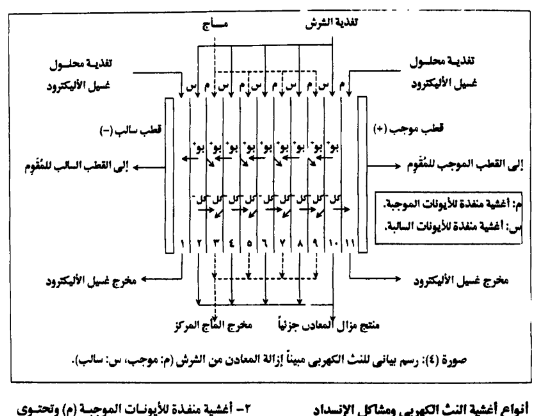
النث الكهربى يستخدم أغشية شبه منفذة semi-permeable لفصل أو تركيز الجسيمات المشحونة كهربياً (أيونات) من جسيمات غير أيونية فى محلول. والمفتاح هو إستخدام أغشية تنتقى الأيونات ion-selective membranes وهذه الأغشية راتنجات تبادل أيونات فى شكل صفحة sheet تسمح بمرور الأيونات المشحونة بكهرباء

موجبة cations (مثل الصوديوم أو البوتاسيوم) أو الأيونات المشحونة بكهرباء سالبة anions (مثل الكلوريد أو الفوسفات). ولتحقيق الفصل بواسطة النث الكهربى تتبادل الأغشية الموجبة والسالبة مع فاصلات spacers لدائن فى شكل رصيصة stack مع القطب السالب فى نهاية والقطب الموجب فى النهاية الأخرى. والفاصلات spacers تصنع عادة من عديد الإيثيلين منخفض الكثافة ومرتبة فى رصيصة stack الغشاء بحيث أن التيارات/الأنهار المعدنية متعددة manifolded مع بعض وأن كل التيارات/الأنهار المركزة متعددة مع بعض. والمسافات spaces بين الأغشية تمثل طرق إنسياب التيارات/الأنهار مزالة المعادن والمركزات. وبالتالى فإن قسماً يتكرر - يسمى زوج خلية cell pair - يتكون من غشاء نقل الأيون الموجب، وفاصل إنسياب الماء مزال المعادن، وغشاء نقل الأيون السالب وفاصل إنسياب الماء المركز. ورصيصة الغشاء قد تتكون من ٣٠٠ - ٥٠٠ زوج خلية.

وإذا طبق تيار كهربى مباشر (أو جهد كهربى ساكن أو تدرج/ميل) عبر الأقطاب يخلق قوة دافعة. وهذا يحث الأيونات السالبة على الهجرة فى إتجاه القطب الموجب (+) anode والأيونات الموجبة أن تتحرك فى إتجاه القطب السالب (-) cathode. والأغشية التى تنتقى الأيونات تُكَون حواجزاً للأيونات ذات الشحنة المضادة/العكسية. وصافى النهاية هو أن الأيونات السالبة التى تحاول الهجرة إلى القطب الموجب anode تمر خلال حاجز أو غشاء الأيونات السالبة ولكنها توقف بغشاء الأيونات الموجبة. وبالمثل الأيونات الموجبة فى محاولة للهجرة إلى القطب السالب cathode تمر خلال غشاء الأيونات الموجبة ولكنها توقف بغشاء الأيونات السالبة. والتأثير الكلى أن الحواجز (الحاجزين) تكون أقساماً متبادلة من خلايا مخففة الأيونات وخلايا مركزة الأيونات. وعلى ذلك فالنث الكهربى يعتمد أساساً على الفولت أو القوة الدافعة الكهربية وعلى إستخدام أغشية تنتقى الأيونات لتسبب الفصل بين الجسيمات المشحونة. وبالتالى فإنه بتدوير منتج سائل معين أو سائل إختبار خلال الخلايا المخففة ومحلول مأج خلال الخلايا المركزة فإن أيونات معادن حرة تترك سائل الإختبار وتتجمع فى تيار المأج. ومستوى إزالة المعادن المحقق يتوقف على محتوى الرماد الأصلى وعلى كثافة التيار ومدة زمن محلول الإختبار الذى يبقاه فى خلايا الغشاء.

والصورة (٤) تظهر رسماً بيانياً لعملية نث كهربى لإزالة المعادن من الشرش فى رصيصة غشاء نث كهربى. فتيار واحد يدخل رصيصة الغشاء وينساب موازياً فقط خلال أقسام إزالة المعادن بينما تيار المأج يدخل رصيص الغشاء وينساب موازياً فقط خلال أقسام التركيز ويجب ملاحظة أن المحلول ينساب عبر وليس خلال الأغشية. وعندما يطبق فولت تيار مباشر عبر الأليكترودات فتدريج الجهد الكهربى المخلق يسبب أن الأيونات السالبة تتحرك فى إتجاه القطب الموجب anode والأيونات الموجبة تتحرك فى إتجاه القطب السالب cathode. والغشاء الذى ينتقى الأيونات يُكَون حواجزاً للأيونات ذات الشحنة العكسية/المضادة.

والناتج أن الأيونات السالبة التى تحاول الهجره إلى القطب الموجب تمر خلال غشاء الأيونات السالبة ولكنها توقف بواسطة غشاء القطب السالب وأن الأيونات الموجبة التى تحاول الهجرة إلى القطب السالب تمر خلال غشاء الأيونات الموجبة ولكنها توقف بغشاء الأيونات السالبة. وعلى ذلك فالأغشية تكون أقساماً متبادلة من خلايا مُخَفِفَة للأيونات ion-diluting وخلايا مُركِزه للأيونات. وبتدوير الشرش خلال الخلايا المُخَفِفة ومحلول ماج خلال الخلايا المُركِزة فإن أيونات المعادن الحرة تترك الشرش وتتجمع فى تيار الماج. ومستوى إزالة المعادن المحقق يتوقف على محتوى الرماد الأصلى وكثافة التيار ومدة الزمن الذى يبقاه محلول الشرش فى خلايا الغشاء.



صورة (٤): رسم بيانى للنث الكهربى مبيناً إزالة المعادن من الشرش (م: موجب، س: سالب).

أنواع أغشية النث الكهربى ومشاكل الإنسداد
types of electrodialysis membranes & fouling problems

تستخدم الأنواع الآتية من الأغشية فى النث الكهربى:

١- أغشية منفذة للأيونات السالبة (س) وتحتوى مجموعات أيونات موجبة ثابتة (- ن يدم⁺) وتطرد الأيونات الموجبة.

٢- أغشية منفذة للأيونات الموجبة (م) وتحتوى مجموعات أيونات سالبة ثابتة (-كب أ⁻) وتطرد الأيونات السالبة.

٣- أغشية لاتنتقى (لا) وهى منفذة لكل من الأيونات السالبة والموجبة.

وأغشية النث الكهربى تصنع كأغشية غير متجانسة أو أغشية متجانسة والنوع غير المتجانس يصنع بخلط

راتنجات التبادل الأيونى مع محلول من مواد مبلمرة يستخدم كمادة غطاء رفيعة على قماش رفيع أو شبكة mesh كتقويمة ميكانيكية. والأغشية السالبة أو الموجبة يحصل عليها بإستخدام راتنجات التبادل الأيونى المتناظرة. وفى الأغشية المتجانسة فإن المجموعات النشطة الموجبة أو السالبة تحث أو تخلق فى المادة المبلمرة. والأغشية غير الإنتقائية تصنع عادة من السيليولوز. وحجم الثغور فى مدى ١-٢ نانومتر.

والخواص المرغوبة فى غشاء جيد الجودة للنث الكهربى هى: ١- جودة التوصيل الكهربى. ٢- قوة ميكانيكية جيدة. ٣- نفاذية إنتقائية أيونية عالية high ionic permselectivity. ٤- ثبات كيماوى. ٥- مقاومة الإنسداد بواسطة الجزيئات العضوية. ٦- عدم الذوبان فى المحاليل المائية. ٧- مقاومة التغير الكيماوى فى جيد من ١ إلى ١٠. ٨- توقع طول العمر. ٩- عدم النفاذية للماء تحت ضغط. ١٠- يعمل فى درجات حرارة أعلا من ٤٦°م.

ومشكلة رئيسية مع النث الكهربى هى إستقطاب الغشاء ويعرف أيضا بإسم كثافة التيار المحددة limiting current density وهذا الحد دالة لسرعة السائل فى طريق الإنسياب ودرجة حرارة التيار وأنواع الأيونات الموجودة. وهذا الشرط قد ينتج عنما يطبق جهد دافع كبير جدا على النظام فينتج عنه إستنفاذ كلا الأيونات السالبة والموجبة من المنطقة المتصلة مباشرة بأغشية خلية التغذية. وبذا تزال الأيونات من طبقات الحدود خلال الأغشية بسرعة أكثر من أن يحل محلها بالإنتشار من سائل التغذية وبذا لايبقى أى شىء لتوصيل التيار. وجهد الإستقطاب هو إرتباط مابين الفولت المستخدم وخواص إنتشار الأيونات وخواص إنسياب المغذى feed والتركيز الأيونى للمغذى. والمشاكل الأخرى للنث الكهربى هى تسرب التيار والإنتشار العكسى back diffusion وتسمم الغشاء وإنسداده. وتسمم الغشاء هو نتيجة أيونات تمر فى الغشاء وتتحد به إتحاد غير عكسى وبذا تمنع مرور الأيونات التالية. بينما لإنسداد fouling هو ظاهرة سطحية ونتيجة ترسيب على السطح لطبقة إنسداد تكون حاجزا للإنتشار. وهذه التأثيرات يمنعها إلى حد كبير نظام النث الكهربى العكسى.

نث كهربى عكسى electrodialysis reversal: وفيه إتجاه حركة الأيونات خلال الأغشية وهوية أقسام التركيز وإزالة المعادن تعكس على فترات متبادلة (مثل كل ٢٠ق) ولإحداث ذلك يعكس إستقطاب التيار المباشر.

إستنفاذ النقل transport depletion: إنسداد الأغشية وتبادل الأيونات السالبة بواسطة مواد عضوية غروية سالبة الشحنة مشكلة خطيرة فى أنظمة النث الكهربى التقليدية ويمكن تجنبها بإحلال الأغشية السالبة بأغشية غير إنتقائية (متعادلة) مع ترتيب الأغشية بحيث يصبح م-لا-م-لا-م- بحيث يُتَجَنّب الإستقطاب التركيزى.

إبدال الأيونات ion substitution: هى واحد من إختلافات النث الكهربى وفيها يزال أيون ويحل

محله آخر وبدلاً من ترتيب غشاء بسيط متبادل أيون سالب-أيون موجب-أيون سالب (-س-م-س) يستخدم الترتيب سالب-موجب- موجب-سالب (-س-م-م-س) والمحلول الذى سيجرى إزالة معادنه يغذى إلى القسم م-م (موجب-موجب).

إحلال محل الأيونات ion replacement: وهى تحوير آخر للنث الكهربى حيث يستخدم أغشية أيونات سالبة أو أيونات موجبة فقط. وفى هذا التطبيق المحاليل لاتُغنى ولاتستنفد من الأيونات وفقط يحدث تبادل فى أنواع معينة من الأيونات.

مزايا النث الكهربى: منها فصل البروتينات بما فيها فصل سريع منضبط للأملاح، ولايحدث تخفيف للمنتج أو إحتياجات مساحة غشاء منخفضة وإمتزاز منتج يمكن إهماله، وسهولة إستعادة الملح فى نفس الوحدة وإستخدام تركيزات أكثر إنخفاضاً من عوامل الفصل بإضافة ملح salting-out عن المطلوب بطرق عمليات الإضافة المباشرة التقليدية. (Macrae)

تطبيقات النث application of dialysis
تركيز أو فصل المكونات فى مخلوط سائل بالنث أو النث الكهربى يستخدم كثيراً فى صناعة الأغذية. وأهمها إستخدام النث الكهربى فى إزالة ملوحة المياه لإنتاج ماء صالح للشرب وكذلك إنتاج ملح المائدة من ماء البحر. كما توجد تطبيقات أخرى فى صناعات الألبان والنبيذ والمشروبات.

الإستخدام فى صناعة الألبان: يستخدم أساساً فى إزالة المعادن للشرش فكل طن جبن ينتج عنه ٨ طن شرش وإبتداء عملية الشرش الصناعية بالسائل يركز ويجفف وينتج عنه شرش به لاكتوز أقل ومعادن أقل ومركز بروتين الشرش واللاكتالبيومين واللاكتوز.
والطريقتان الأساسيتان المستخدمتان لإزالة المعادن من الشرش: التبادل الأيونى والنث الكهربى تعطى نتائج مختلفة التكوين. والتبادل الأيونى غير إنتقالى ويزيل الأيونات أحادية التكافؤ وعديدة التكافؤ بينما النث الكهربى يتوقف على الحركة الأيونية ويميل إلى إزالة الأيونات الأحادية تفضيلياً وهو لايحدث إلا ٩٠٪ إزالة معادن والأكثر ٥٠٪. ومبنياً على الإقتصاديات فإن الميل الحديث هو حول إرتباط بين النث الكهربى وتبادل الأيونات. ومعظم مصانع النث الكهربى تستخدم الشرش الحلو سابق التركيز وكذلك شرش حمضى ولبن فرز وشرش منزوع اللاكتوز ولبن ومركز من بروتين الشرش ومتخلل/نافذ الترشيح فائق العلو للشرش.
والشرش الناتج من النث الكهربى به محتوى معدنى أقل وهو غنى فى اللاكتوز وبروتينات الشرش ويحتوى مستويات منخفضة من المعادن الضرورية مناسبة مما يجعله مكوناً مثالياً لتركيبات الأطفال. ويركز الشرش الخام إلى ٢٣ - ٢٧٪ مواد صلبة ويروق قبل نثه كهربياً. والشرش السائل أو الجاف منخفض المعادن ويمكن إستخدامه لخلط تركيبة الأطفال ولكن مستوى عالٍ من إزالة المعادن (٩٠٪) مطلوب للشرش الحلو

ليستخدم فى تركيبة الأطفال. كما يمكن إستخدام الشرش منخفض المعادن فى علف الحيوان ومشروبات البروتين والموالح والخلطات الجافة والحلويات والمغطيات والجيلاتى ومنتجات الخبيز...الخ.

الإستخدامات فى أنظمة تخمر الكائنات الدقيقة
uses in microbial fermentation systems

الصورة (٥) تعطى عمليات الغشاء فى تخمر الكائنات الدقيقة فى صناعة الألبان بإستخدام شرش الجبن. وبعد إزالة البروتين من الشرش بالترشيح فائق العلو فإن النافذ/المتخلل قد يركز بواسطة التناضح العكسى حيث يحصل على أمثل تركيز للكربوايدرات. ويمكن إستخدام النث الكهربى فى الخفض الجزئى لمحتوى الملح والضغط التناضحى إلى قيمهم المثلى وخطوة نهائية من الترشيح الدقيق يمكن أن تدمج للحصول على توصيل مستمر لمادة تفاعل معقمة إلى المفاعل (المُخَمِر). وفى أنظمة التخمر المستمر يمكن إستخدام الأغشية لفصل الخلايا والإحتفاظ بالمركبات الأيضية وإعادة التدوير ومنتجات التفاعل تخرج من مفاعل الغشاء مع النافذ/المتخلل والذى يتم بعد ذلك إحلال محلول مادة تفاعل جديد محله.

وإستخدام النث الكهربى فى معاملة التيار (الهابط) downstream يوفر إستعادة حمض اللاكتيك:

١- إعادة تدوير الخلية المستمرة مع ترشيح أغشية فائقة الدقة أو ترشيح دقيق ويتبع ذلك إزالة حمض اللاكتيك بوحدات نث كهربى.

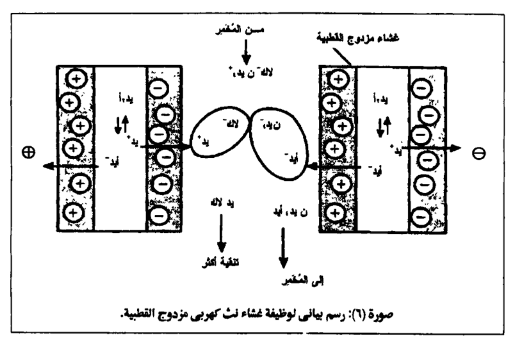
الشرش
↓
ترشيح فائق العلو
↓
تناضح عكسى
↓
نث كهربى
↓
ترشيح دقيق
↓
المُخَمِر ←
تبخير المعلق الفروى
ترشيح دقيق/ترشيح فائق العلو
↓
نث كهربى
↓
تركيز / تنقية / تبلر

صورة (٥): عملية تخمر تحتوى عمليات الغشاء.

٢- إستعادة الحمض بواسطة النث الكهربى بواسطة أغشية مزدوجة القطبية (الصورة ٦). وتتكون الأغشية مزدوجة القطبية من طبقة تبادل أيونات موجبة وسالبة مرتبة على التوازى بين قطبين مما يمكن ملح اللاكتات أن يتشقق ويعادل كهربياً بواسطة أيونات يد+ والقلوى المتناظر corresponding. ووظيفة الغشاء مزدوج القطبية فى إنتاج النث الكهربى للأحماض والقواعد من محلول الملح المتناظر مؤسس على قدرته على تعزيز إنحلال dissociation الماء تحت تأثير تدرج جهد كهربى.

٣- إستعادة الحمض بواسطة النث الكهربى فى غرف متعددة. وسائل التخمر يرشح بترشيح فائق العلو والمتخلل/النافذ يمرر إلى المرحلة

الأولى من النـث الكـهربى حيـث تخـرج الأيونات التى لها حركة كهربية عالية. وهذا يسمح بإستعادة حمض لاكتيك عالى النقاوة وبالتالى فإن اللاكتات التى تصدر من المُخَمِر تشق من الملح الأمونيومى مع تكوين يد⁺، أيد⁻ تحت تأثير التحليل الكهربى للماء عند الأقطاب وتركز كحمض لاكتيك. وأيدروكسيد الأمونيوم المتناظر يعاد إدارته إلى المُخَمِر لضبط رقم ج يد. ووظيفة النظام تمد بغرف متعددة للنث الكهربى ويعمل أساساً بنفس الطريقة الموصوفة لأغشية النث الكهربى مزدوجة القطبية.



صورة (٦): رسم بيانى لوظيفة غشاء نث كهربى مزدوج القطبية.

المفاعلات الحيوية ذات الأغشية membrane bioreactors: هناك أنواع مختلفة للمفاعلات الحيوية ذات الأغشية.

١- مفاعلات إعادة الدوران ذات الأغشية membrane recycling reactors: (الصورة ٧) حيث وحدة الغشاء لها وظيفة فصل الكتلة الحيوية من المنتج الناتج عن الكتلة الحيوية. ووحدة الغشاء ليست جزءاً من نظام التخمر ولكنها مصدر خارجى متصل بالمفاعل. والنث الكهربى وكذلك أنظمة الفصل بالأغشية القياسية يمكن إستخدامها لهذا الغرض.

مادة تفاعل
منتج
مفاعل
وحدة غشاء

صورة (٧): رسم بيانى لمفاعل إعادة التدوير ذى الغشاء.

وتطبيقات نوع إعادة التدوير للمفاعل مبنية أساساً على إنتاج مركبات أيضية حيوية أو كتلة حيوية. فمثلاً في إنتاج بادئات مركزة يمكن أن يزداد عدد الخلايا بإزالة مواد مثبطة مثل حمض اللاكتيك أثناء النمو.

٢- مفاعلات النث dialysis reactors: هي مصادر واعدة promising للبحث خاصة لإنتاج اللبن المتخمر، فلإنتاج لبن متخمر جيد الجودة مع عمر رف ثابت فإن بعض البكتيريا نشاطها غير مرغوب بعد عملية التخمر فمثلاً *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* لها مقدرة بروتيوليتية ضرورية لتعزيز نمو *Streptococcus thermophilus* في تصنيع الزبادي. ولكن أثناء التخزين البارد التحلل البروتيني بواسطة اللاكتوباسيلي يستمر مما ينتج عنه طعم قابض الذي ينقص الرف للزبادي. ومع مفاعل نث كلا نوعي البكتيريا يمكن أن تفلح/تزرع منفصلة مع الإحتفاظ بتعاونهما المبدئي/الأولي خلال الغشاء. ونفس الإحتمالات متاحة لزراعة منفصلة لبكتيريا منتجة للحمض ومنتجة للعبير في تصنيع الألبان المخمرة بالبكتيريا المحبة للحرارة المتوسطة. والزراعة المنفصلة cultivation تعطي فرصاً لضبط جودة العملية خاصة لتخليق مذاق خاص.

تطبيقات أخرى: طرق النث والنث الكهربي تستخدم في تنقية منتجات التخمر والمحملات والسكريات العديدة الدهنية وأجزاء البروتين وعزل مواد النكهة وإنتاج الإنزيمات كما يمكن استخدامها في معاملة الماء المهدر صناعياً وفي تنقية مياه الشرب. (Macrae)

الألبان معادة الإتحاد والمملوءة recombined & filled milks

تصنيع اللبن ومنتجات اللبن معادة الإتحاد هي تقنية ظهرت خلال الثلاثة العقود السابقة خاصة في البلاد التي بها صناعة ألبان محدودة وفي المناطق التي تعاني من نقص في الألبان في المواسم المختلفة. فمنتجات الألبان معادة الإتحاد تضمن مؤونة على مدار السنة لكثير من المنازل في البلاد النامية كما أنها تمكن إمتداد صناعة الألبان المحلية ومن الناحية الأخرى في البلاد المصنعة إعادة إتحاد اللبن توفر فرصة لنقل مواد خام (مساحيق ألبان ودهن لبن غير مائي ... الخ) من مساحات إنتاج زائد إلى مساحات نقص من أجل تعويض المشاكل المشار إليها أعلاه ولفتح أسواق جديدة. وعلى ذلك فيجب الأخذ في الإعتبار أن مستويات المخازن وأسعار الزبد ومسحوق اللبن تؤثر بقوة على تقدم صناعة إعادة الإتحاد وكذلك على الأسعار في منتجات الألبان معادة الإتحاد.

تعريفات definitions: في الأساس معظم أنواع منتجات الألبان يمكن أن تنتج في أشكال معادة التكوين reconstituted ومعادة الإتحاد recombined. وفي أصول الأسس الخاصة باللبن ومنتجات الألبان في لجنة الدستور الدولي للأغذية التابع من هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية أعتبرت العلاقة بين منتجات الألبان التقليدية ومعادة الإتحاد وتم تحديد أن كل

المنتجات يجب أن تكون على أساس إستخدام اللبن الطازج أو اللبن معاد التركيب أو معاد الإتحاد. والمنتجات معادة الإتحاد يمكن وضعها تحت نقاط سبع: اللبن، الكريمة، اللبن المبخر، اللبن المكثف المحلى، منتجات اللبن المعاملة بمزرعة، الزبد، والجبن. وتبعاً للتعريف منتج اللبن معاد التكوين هو المنتج الناتج عن إضافة ماء إلى شكل منتج مجفف أو مكثف بكمية ضرورية لإعادة تثبيت النسبة الخاصة ماء: جوامد. ومنتج اللبن معاد الإتحاد هو المنتج الناتج من إتحاد دهن لبن وجوامد غير لبنية فى واحد أو أكثر من أشكالها المختلفة مع أو بدون الماء. وإعادة الإتحاد هذه يجب أن تجرى من أجل إعادة إثبات نسب المُنْتَج الخاصة دهن : جوامد غير لبنية وكذا جوامد : ماء. وبين هاتين الفئتين الأساسيتين لمنتجات اللبن الخاصة فإن الدلالات الآتية عادة تميز أيضـــاً: اللبن المعــــدل toned milk هو المنتج الذى يحتوى لبناً منتجاً محلياً مغنى بجوامد لبن فرز معاد التركيب حتى يحصل على متوسط تكوين اللبن (مثل لبن عالى الدهن مثل لبن الجاموس، مهيأ لتكوين لبن البقر أو لبن البقر المحلى والذى يظهر تغيراً مناوئاً/مضاداً فى التكوين يعدل إلى تكوين عادى). و اللبن المخلوط blended milk هــــو المنتج الذى فيه اللبن معاد الإتحاد يستخدم فى مخلوط مع لبن طازج محلى من أجل إعادة التموجات فى إنتاج اللبن المحلى. و اللبن المملوء filled milk هو منتج معاد الإتحاد فيه دهن اللبن يحل محله جزئياً أو كلياً زيوت نباتية متاحة.

• المكونات المستخدمة فى إعادة الإتحاد
ingredients used for recombination

جودة منتجات الألبان معادة الإتحاد تتأثر مباشرة بجودة المكونات المستخدمة. والمواصفات الغذائية والتقنية والحسية للمواد الخام يجب أن تؤخذ فى الإعتبار من أجل أن المنتجات معادة الإتحاد تشبه المنتجات الأصلية. وبعض التكوينات لبعض المنتجات تظهر فى الجدول (١).

جدول (١): تكوين منتجات اللبن معادة الإتحاد.

المكون	تكوين المنتج (كجم/طن)			
	لبن معاد الإتحـــاد		كريمة معادة الإتحاد	لبن مكثف محلى معاد الإتحاد
مسحوق لبن فرز	٨٠,٥	٨٥	٣٠	٢٢٩
مسحوق مخيض اللبن	٩,٧	-	٤٥	-
دهن لبن غير مائى	٣٣,٣	٣٥	١٩٠	٨٨,٥
ماء	٨٧٦,٤	٨٨٠	٧٣٣,٢	٢٥٠
كاراجينان	-	-	٠,٣	-
مستحلبات	-	-	١,٥	-
سكروز	-	-	-	٤٣٢
لاكتوز (بذور)	-	-	-	٠,٥

والمكونات الرئيسية خواصها كمايأتى:

اللبن المجفف وبروتين مساحيق اللبن
dried milk & milk protein powders

مسحوق اللبن الفرز هو عادة المكون الأكثر العادى لإعطاء بروتينات اللبن فى تصنيع منتجات الألبان معادة الإتحاد. ومسحوق اللبن الكامل - وغالباً النوع الفورى - يمكن أن يستخدم كمصدر لكل

من جوامد غير دهنية ودهن اللبن ولكن المتغيرات التأكسدية في طور الدهن والتي تؤدي إلى تهدم حسي تحد من إستخدامه. وبعض نسب مسحوق مخيض اللبن يمكن إستخدامها لتعزيز خواص النكهة. بجانب مختلف أنواع مساحيق بروتين الشرش والكيزينات ومؤخراً مساحيق المحتفظ به retentate (لتصنيع الجبن) ومصنوعة من لبن مرشح ترشيحاً فائق العلو وتعامل معاً لأنها تعطي بعض الخواص الوظيفية للمنتجات النهائية.

وإعادة التكوين réconstitutability والثبات للحرارة واللزوجة هي المعالم الأكثر أهمية وتحد كما أنها تمكن من إستخدام مساحيق اللبن في المنتجات معادة الإتحاد. وهذه الخواص تحدد أساساً بمعاملة التسخين المبدئي المطبقة أثناء إنتاج مسحوق اللبن وكذلك بالإختلافات الموسمية في تكوين اللبن الخام. ولأن عدداً من بروتينات اللبن حساسة للحرارة فإن المدى الذي تمسخ فيه يعكس المعاملة الحرارية المطبقة أثناء تصنيع مسحوق اللبن. وهذا التأثير يستخدم أيضاً كدليل على صلاحيتها لأن تطبق في مختلف المنتجات معادة الإتحاد. وكمية بروتين الشرش غير الممسوخة (كما تعرف بدليل بروتين الشرش whey protein index أو تحليل عدد الحرارة heat number) يؤخذ عادة كمقياس لتقسيم مسحوق اللبن، ولكن لاغراض معينة اللبن المجفف يقسم أيضاً على أساس دلائل تحليلية أخرى (الجدول ٢). وبجانب هذه المعالم تتضمن مواصفات مختلف مساحيق اللبن المعالم التالية: محتوى الرطوبة والدهن ودليل الذوبان وكثافة الحجم والإنسيابية والإبتلال والجسيمات المثبطة وقابليتها للرينيت rennetability وخواص الإستحلاب وحموضة التنقيط والخواص الحسية ومتطلبات الكائنات الدقيقة. ومسحوق اللبن يُعَبأ عادة في ٢٥ كجم أكياس عديدة الجدران مع طبقة داخلية من عديد الإيثيلين أو في صناديق حجم bins سعة ٢٠٠ - ١٠٠٠ كجم.

الدهون والزيوت fats & oils: من بين مصادر دهن اللبن: دهن اللبن غير المائي (د.ل.غ.م anhydrous milk fat (AMF وزبد غير مملح anhydrous butter oil وسلاء زبد غير مائي وسلاء الزبد. ودهن اللبن غير المائي هو الأكثر إستخداماً نظراً لقيمته الحفظية الأحسن ومن أجل الإحتفاظ بثبات تخزين جيد (٦-١٢ شهر) له فإنه يحفظ في إسطوانات صلب تحت جو خامل. كما يمكن إستخدام دهن لبن مجمد وجزء الدهن الطري (منتج بالبَلْوَرَة التجزيئية من دهن اللبن) في المنتجات معادة الإتحاد. ونظراً لخواصها العضوية الحسية القوية فإستخدام الزيوت النباتية في تصنيع منتجات اللبن المملوءة محدود إلى مصادر زيت قليلة، ففقط زيت النخيل وزيت جوز الهند وزيت فول الصويا وإلى حد ما زيت الذرة أثبتت نجاحاً في الإستخدام. ويستخدم للألبان المملوءة زيوت نباتية مكررة جيداً ومُبَيَّضَة. وبعض الزيوت يحتوي كميات مرموقة من مضادات الأكسدة الطبيعية ولكن كل مكونات الدهن يجب إعتبارها حساسة جداً للأكسدة والتزنخ الليبوليتي مما يؤدي إلى تكوين نكهات غير مرغوبة.

ومواصفات الدهون والزيوت عادة تحتوى معالِمَا مثل محتوى الدهون والرطوبة وتكوين الأحماض الدهنية وأقصى تركيز للأحماض الدهنية الحرة والتزنخ وقيمة البيروكسيد ومستويات المعادن الآثار والخواص العضوية الحسية.

جدول (٢): التقسيم الحرارى وقابلية (×) مسحوق اللبن الفرز لمنتجات الألبان معادة الإتحاد.

	فئات مسحوق اللبن الفرز				
	حرارة منخفضة جداً	حرارة منخفضة	حرارة متوسطة	حرارة عالية متوسطة	حرارة عالية
معالم التقسيم					
دليل بروتين الشرش	لايوجد بيانات	≤ ٦,٠	٤,٥-٥,٩	١,٥-٤,٤	≥ ١,٤
عدد الحرارة	لايوجد بيانات	≤ ٨٠	٨٣,٠-٨٠,١	٨٨,٠-٨٣,١	≤ ٨٨,١
عدد السستئين	٢٦-٣٣	٣٤-٤١	٤٢-٤٩	٥٠-٦٠	≤ ٦٠
المنتجات معادة الإتحاد					
لبن مبستر		×	×	×	
لبن معامل بحرارة فائقة العلو			×	×	
لبن معقم			×	×	
لبن مبخر					×[أ]
لبن مكثف محلى		×	×		
زبادى		×	×		
جبن	×	×			
زبد					×
جيلاتى		×	×	×	×

أ: منتج خصيصاً، أستخدم مسحوق لبن ثابت للحرارة وعالى الحرارة.

الماء water: الماء هو المكون الرئيسى لمنتجات الألبان معادة الإتحاد ولذا يجب أن يقابل متطلبات هيئة الصحة العالمية الخاصة بماء الشرب. فبجانب الخواص الحسية فمن طلباتهم أن يقابل العوامل الفيزيقية والكيماوية والكائنات الدقيقة والبيولوجية والإشعاعية. وبعض المعالم الفسيولوجية الكيماوية تؤثر على تكون الرواسب أثناء المعاملة الحرارية للمنتجات معادة الإتحاد. وتبعاً لإتحاد صناعة الألبان International Dairy Federation الماء المستخدم يجب ألا يزيد مايحتويه كحد أقصى على: الصعوبة الكلية ١٠٠ ميكروجرام كربونات الكالسيوم/جم من الماء، الكلوريد ١٠٠ ميكروجرام/جم، الكبريتات ١٠٠ ميكروجرام/جم، والنترات ٤٥ ميكروجرام/جم.

المضافات additives: المضافات يمكن أن تحقق عدة أهداف فى المنتجات معادة الإتحاد. ونظراً لبعض الفقد أثناء الإنتاج والتخزين فالمواد الخام المستخدمة فى إعادة الإتحاد قد تحتوى فيتامينات أقل من منتجات اللبن المنتجة تقليدياً والتقوية بفيتامينات قابلة للذوبان فى الدهن وفى الماء قد تكون واجبة.

ومضادات الأكسدة كالتوكوفيرولات وحمض الأسكوربيك تعمل فى تثبيط تفاعلات سلسلة الشقوق الحرة فى الطور السائل ولذلك تضاف.

والمثبتات والمستحلبات (كاراجينان والجينات وجيلاتين وليسيثين وجليسرول أحادى الاستيارات) تستخدم لتثبيت طور الدهن لتحسين القوام وشعور الفم للمنتجات.

وأملاح مختلفة (سترات الصوديوم والفوسفات وأملاح الكالسيوم وكلوريد الصوديوم) تضاف للمساعدة على إعادة التكوين وثبات الحرارة والتخثر ولتعمل كمفاعلات تثبيت.

وبجانب الرينيت فإضافة جلوكونو δ-لاكتون يساعد على تحسين خواص تخثر اللبن فى الجبن المصنع معاد الإتحاد. وتستخدم الليبازات قبل المعدية لتحسين تكون نكهة الجبن المرغوبة.

والسكر الذى يحتاج إليه فى اللبن المكثف المحلى معاد الإتحاد يجب أن يكون السكروز فيه حبيبى ولونه لون "أبيض كالماء" ومادة بدرة اللاكتوز يجب أن تكون مطحونة جيداً مع أقصى حجم للجسيم ١٠ ميكرومتر.

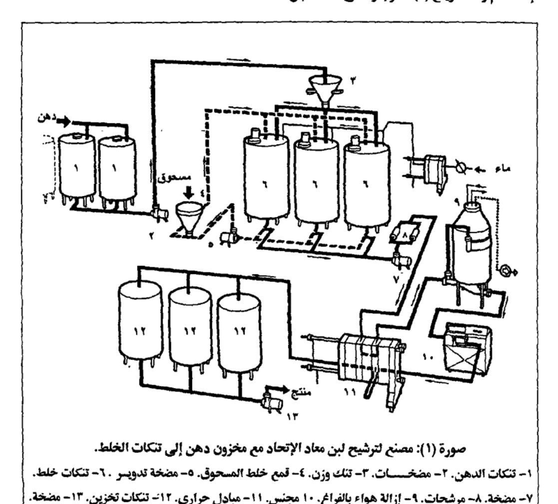
ثم يضاف نكهات وألوان حسب طلب المستهلك.

تقنية إعادة الإتحاد
recombination technology

عمليات منتجات الألبان معادة الإتحاد تتراوح من عمليات بسيطة (مثل لبن مبستر معاد الإتحاد) إلى تقنيات متقدمة مثل تلك المستخدمة فى تصنيع أصناف جبن معينة أو لبن مكثف محلى. ومصانع الألبان معادة الإتحاد recombination تبنى عادة بسعات حتى ١٥٠٠٠ لتر/ساعة وتبنى خطوط متوازية لتحقيق أداء أعلا. وأجهزة إعادة الإتحاد (اللبن) تتكون أساساً من: دِنْ خلط ذو جاكتة مجهز بزجاج رؤية ويضبط حرارياً بالتمرير خلال مبادل حرارى وخلاط مسحوق-سائل أو قمع إفراغ dumping funnel مع مضخة تدوير لإضافة ونشر المسحوق وأجهزة لصهر دهن اللبن ومُرَوِق أو مرشحات مزدوجة ومجنس على مرحلتين وأجهزة للبسترة وخط تعبئة وأجهزة للتبريد والتخزين.

والأجهزة المستخدمة لإعادة إتحاد اللبن مع تجريع الدهن ترى فى الصورة (١) وهى تتكون من: تنكات خلط (٦) وفيها ماء دافىء على ٤٠ – ٥٠°م. ويصل مسحوق اللبن الفرز إلى القمع (٤) وينقل آلياً إلى تنك الخلط بواسطة الماء الذى ينساب خلال خط جانبى. والمُقَلِب فى تنك الخلط يبتدىء فى نفس الوقت كمضخة التدوير. (٥) وبعد إذابة مسحوق اللبن تماماً يضاف دهن لبن غير مائى خلال تنك القياس (٣) من تنكات تخزين ويصهر الدهن (١). ثم يقلب المخلوط كله حتى يحصل على تشتت كلى للدهن. وتكرر العملية فى التنك التالى حيث يتم خلط كل المكونات وتضاف إلى تنك واحد. والمخلوط يسحب بإستمرار من تنك الخلط الممتلىء بواسطة مضخة (٧) والتى تدفع

المخلوط خلال مرشحات مزدوجة (٨) والتى تزيل الجسيمات الغريبة. وبعد التسخين المبدئى فى مبادل التسخين (١١) يضخ المنتج خلال مُجَنِس (١٠) حيث يتم تشتت الدهن. ويمكن إستخدام وعاء تفريغ (٩) الموجود فى الخط قبل المُجَنِس لإزالة الهواء المحبوس فى جسيمات المسحوق وكذلك المأخوذ أثناء خلط المسحوق. ثم يبرد المنتج المُجَنَس قبل التخزين أو التعبئة.



صورة (١): مصنع لترشيح لبن معاد الإتحاد مع مخزون دهن إلى تنكات الخلط.

١- تنكات الدهن. ٢- مضخات. ٣- تنك وزن. ٤- قمع خلط المسحوق. ٥- مضخة تدوير. ٦- تنكات خلط. ٧- مضخة. ٨- مرشحات. ٩- إزالة هواء بالفراغ. ١٠ مجنس. ١١- مبادل حرارى. ١٢- تنكات تخزين. ١٣- مضخة.

خلط وإنصهار الدهن mixing & fat melting:

فى المصانع الصغيرة تعامل المساحيق باليد فتوضع مباشرة فى الخلاط وفى المصانع الكبيرة يوجد أنظمة آلية للتفريغ وينقل المسحوق هوائياً pneumatically إلى صوامع التخزين ومنها ينقل ميكانيكياً إلى نظام الخلط خلال قادوس للوزن أو مغذى حلزونى.

ويذاب مسحوق اللبن بالخلط أو التقليب السريع. وأبناط الخلط البسيطة تتكون من مضخة طاردة مركزية متصلة بتنك مملوء بكمية معينة من ماء دافيء مع قمع مسحوق مركب بينهما. والمضخة متصلة بالتنك ذى الجاكتة ويسمح بتدوير كاف.
ومسحوق اللبن ينقل إلى التنك بواسطة الفراغ.
وتستخدم أنظمة مختلفة لإنصهار دهن اللبن فإذا كان الدهن معبأ فى علب فتوضع العلب فى ماء على ٨٠°م لمدة ٢-٣ ساعة. والإسطوانات التى تحتوى دهن لبن غير مالى إما تخزن فى غرف على ٤٠ - ٤٥°م لمدة ٢٤ ساعة أو تعامل بسرعة فى أنفاق بخار أو ماء ساخن. ويضاف الدهن أو الزيت إلى تنك الخلط بعد الذوبان الكامل لمسحوق اللبن ثم يضاف الدهن المنصهر إما بمضخة أو بطريقة غير مستمرة إلى وعاء الخلط.

الترشيح والتجنيس والبسترة: من تنك الخلط ينقل المنتج خلال تنك توازن إلى وحدة فصل تتكون من إما مرشحات مزدوجة مصنوعة من صلب غير قابل للصدأ مع شبكات نايلون أو من مروق من أجل إزالة المادة الغريبة والجسيمات غير الذائبة. ومعظم منتجات الألبان معادة الإتحاد تجنس فقد يستخدم تجنيس على مرحلتين (وهو المفضل) والضغوط هى ١٤ مليون باسكال + ٣,٥ مليون باسكال للبن الكامل ، ١٧ مليون باسكال + ٣,٥ مليون باسكال للبن المبخر.
والبسترة تتم بإستخدام مبادلات حرارية مستمرة حيث لايستخدم نظام الدفعات إلا مع وحدات إنتاج صغيرة. والظروف هى ٧٣°م لمدة ١٥ ثانية للبن الكامل ، ٧٥ - ٨٠°م لمدة ٢٠ - ٣٠ ثانية للبن المبخر، ٨٦ - ٩٢°م لمدة ٣٠ ثانية للبن المكثف المحلى.
وعادة ينساب اللبن معاد الإتحاد من خط الإنتاج إلى محطة الملء وبذا يمر بتنكات التنظيم buffer ويجب أن تكون من النوع المطهر فى حالة اللبن المعقم أو المعامل بحرارة فائقة العلو.
(Macrae)

اللبن المكثف condensed milk

تعريفات

لبن مكثف محلى
sweetened condensed milk

اللبن المكثف المحلى يصنع بإضافة السكر إلى اللبن الكامل وإزالة الماء إلى حوالى نصف حجمه الأصلى ويعبأ أو يعلب فى حاويات أخرى بدون تعقيم مع السكر الذى يعمل كمادة حافظة.
والمقاييس العالمية تتطلب: محتوى دهنى ٨٪ على الأقل ومحتوى مواد صلبة لبنية ٢٨٪ على الأقل وأقل محتوى للسكر عادة لايذكر ولكن يجب أن يكون كافياً لتجنب الفساد.
والمثبتات المسموح بها عادة هى أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم لأحماض: حمض الكلورودريك وحمض السيتريك وحمض الكربونيك وحمض الأورثوفوسفوريك وحمض عديد الفوسفوريك.
ويمكن تسمية المنتج: لبن مكثف محلى أو لبن كامل مكثف محلى أو لبن كامل الكريمة مكثف محلى.

وتتطلب القوانين في بعض البلاد محتويات أعلا من محتوى جوامد اللبن ومحتوى الدهن فعادة ٩٪ دهن لبن، ٣١٪ جوامد لبن كلية. وهناك أيضاً لبن فرز مكثف محلى مع محتوى جوامد لبنية حتى ٢٤٪ وتكوين دهن منخفض ٤٪، ٢٤٪ جوامد لبن كلية. وكثيراً ما يقوى هذا المنتج بإضافة فيتامينات أساساً أ، د٣، ب١.

اللبن المبخر evaporated milk

يصنع اللبن المبخر بإزالة أو تبخير الماء من اللبن ولكن بدون إضافة السكر أو أي مادة حافظة أخرى. ويعلب ويعقم حرارياً على درجات حرارة مابين ١١٨-١٢٢°م لعدة دقائق. وتتطلب المقاييس العالمية: محتوى دهن لبني على الأقل ٧,٥٪ ومحتوى جوامد لبنية على الأقل ٢٥٪.

والمثبتات المسموح بها هي أملاح الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم لأحماض الأيدروكلوريك والسيتريك والكربونيك والأورثوفوسفوريك وعديد الفوسفوريك ويمكن إضافة الكاراجينان حتى ١٥٠ جزءاً في المليون.

والإسم يمكن أن يكون: لبن مبخر أو لبن كريمة كامل مبخر أو لبن مكثف غير محلى كامل الكريمة. وبعض البلاد تتطلب محتويات أعلا من الدهن وجوامد اللبن لحتى ٩٪، ٣١٪ بالتتابع. ولكن هناك أيضاً ألبان فرز أو منخفضة الدهن: لبن فرز مبخر مع ٢٠٪ جوامد لبنية على الأقل، وألبان منخفضة الدهن ٤ أو حتى ٢٪ دهن لبن ومحتوى جوامد لبني ٢٠-٢٤٪. والتقوية بالفيتامينات بكل من أ أو د٣ معاً أو أيهما ممكنة.

المنتجات معادة الإتحاد recombined milk products: يستخدم مسحوق اللبن الفرز ودهن اللبن غير المائي لتكوين مكونات اللبن وقد زاد إستخدام الألبان المملوءة فيحل محل دهن اللبن دهون نباتية أرخص.

التخزين والتعبئة

درجة حرارة تخزين أعلا من ٢٥°م تعطي دلائل فيزيقية وعضوية حسية بها عيوب كثيرة. وللألبان معادة الإتحاد recombined فإن ثبات عمر الرف الطبيعي ينقص بحوالي نصف عمر منتج اللبن الطازج. والعبوة المنتشرة هي علب ألواح القصدير والتي تحميه من الضوء ولها مزاياها في المناولة والتخزين. وإعادة التدوير عامل مهم. وكبديل يمكن إستخدام حاويات زجاجية أو رقائق ورق/لدائن ولكن تبعاً لمادة التعبئة يجب توقع خفض عمر الرف. ومع رقائق الورق/لدائن تستخدم طرق تعبئة مطهراً aseptic خاصة للبن المبخر.

الإعتبارات الغذائية: يظهر تركيب اللبن المكثف المحلى واللبن المبخر في الجدول (١). وللبن المكثف المحلى رقم الكربوايدرات يحتوى السكر اللازم للحفظ بينما الكربوايدرات للبن المبخر وغير المركز تحتوى اللاكتوز فقط.

الإنتاج والإستخدام: الإنتاج العالمي يبلغ ٤,٥ مليون طن والثلث لبن مكثف محلى والثلثان لبن مبخر. واللبن المكثف المحلى يستخدم كمادة بسط كمربى نظراً لمحتواه العالي من السكروز

(أكثر من ٤٠٪) للزوجة العالية. ويستخدم كمبيض للقهوة والشاى ومع الكاكاو فى تحضير مشروبات منزلية وفى الجيلاتى والكيك والبسكويت...الخ. وفى أمريكا اللاتينية يستخدم فى تحضير دولسى دى ليشة Dulce de Leche وهو لبن مكثف محلى مكرمل يحضر بغلى العلبة فى الماء لمدة ٢-٣ ساعات. كما يستخدم اللبن المبخر كمبيض للقهوة والشاى وفى تحضير مشروبات أساسها اللبن وفى البطاطس المهروسة والعجائن والشوربة لتحسين المذاق.

جدول (١): تكوين اللبن المكثف المحلى واللبن المبخر واللبن (جم/١٠٠جم).

المنتج	بروتين	دهن	كربوايدرات	معادن (رماد)	كالسيوم	فسفور
اللبن المكثف المحلى	٧,٨	٨,٠	٥٥,٢	١,٨	٠,٢٨	٠,٢٣
اللبن المبخر	٦,٥	٧,٥	٩,٨	١,٤	٠,٢٤	٠,١٩
لبن	٣,٢	٣,٥	٤,٦	٠,٧	٠,١٢	٠,٠٩

أسس التصنيع manufacturing principles

يستخدم عادة لبن البقر وفى بعض البلاد مخلوط من لبنى البقر والجاموس.

اللبن المكثف المحلى: يظهر دياجرام إنتاج اللبن المكثف المحلى فى الصورة (١).

واللبن الخام يجمع وينقى تبعاً لقرائن الجودة المعتادة ويحلل للدهن وجوامد اللبن غير الدهنية وتضبط نسبة هذه المواد لنسبة دهن/جوامد دهنية غير لبنية فى الناتج النهائى الذى يصنع إما بإضافة الكريمة أو اللبن الفرز. وإذا كان الناتج النهائى يتكون من ٨٪ دهن، ٢١٪ جوامد لبنية غير دهنية فإن اللبن الخام يضبط لنفس نسبة دهن/جوامد لبنية غير دهنية (جدول ٢).

جدول (٢): ضبط الدهن والجوامد اللبنية غير الدهنية للحصول على ناتج نهائى به ٨٪ دهن، ٢١٪ جوامد لبنية غير دهنية.

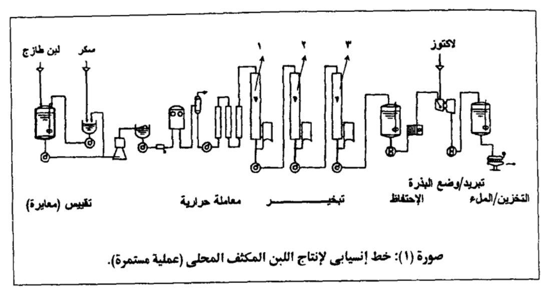
	الناتج النهائى	النسبة	اللبن المُقَيس (المعاير)	النسبة
دهن ٪	٨,٠	٠,٣٨١	٣,٢٥	٠,٣٨١
جوامد لبنية غير دهنية ٪	٢١,٠		٨,٥٢	

ويذاب السكر فى اللبن البارد وكمية السكر تحدد بكمية اللبن المحضرة فى الدفعة ونسبة الدهن بها ونسبة السكروز فى الناتج النهائى، فمثلاً:

١٠٠٠٠ كجم لبن × ٣,٢٥% دهن
——————————— ×
١٠٠
عامل السكر (محتوى السكر فى الناتج النهائى + الدهن)

وبعد التقييس يعامل مخلوط اللبن/السكروز حرارياً على درجة حرارة أعلا من ١١٠ °م ولمدة ثوان أو دقائق وهذه المعاملة الحرارية تزيل كل الفلورا البكتريولوجية واختيار درجة الحرارة والزمن يؤثران كثيراً على خواص المنتج النهائى من حيث التلازج وثبات عمر الرف. وعموماً فالمعاملات الحرارية المنخفضة تعطى لزوجات عالية أما

درجات الحرارة الأعلا فتعطى لزوجات منخفضة. واللزوجة يجب أن تكون كافية لتجنب الفصل أثناء التخزين، والتثخين بالعمر age thickness يجب أن يكون متوسطاً حتى يحتفظ بالناتج بحيث يمكن صبه اثناء عمر التخزين. ويتم التركيز بعد المعاملة الحرارية تحت فراغ فى مبخرات متعددة التاثير.



صورة (١): خط إنسيابى لإنتاج اللبن المكثف المحلى (عملية مستمرة).

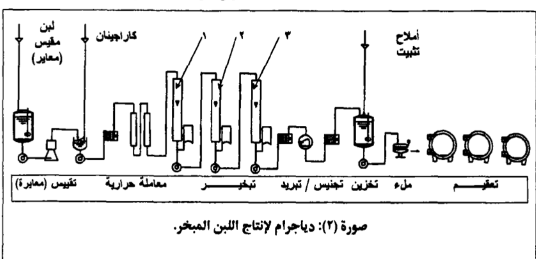
واللبن المكثف المحلى لايعقم ولاهو ناتج معقم وإنما يعتمد على التأثير المضاد للبكتيريا لتركيز السكروز العالى. وتركيز السكروز فى الماء فى المنتج المركز يجب أن يكون أعلا من ٦١٪. ويمكن للكائنات التناضحية osmophilic أن تنمو فى الوسط ولذا يجب أن تكون الأجهزة بعد المعاملة الحرارية تعمل تحت ظروف تصحاح لتجنب إعادة العدوى. وبعد التبخير يجب أن يكون التركيز قريباً بقدر الإمكان لمحتوى الجوامد الكلية للمنتج النهائى فالتعديل عن طريق الماء يجب حذفه خوفاً من التلوث. وبعد التبخر يبرد المنتج إلى ٢٠-٢٥°م وعند التركيز النهائى جزء من اللاكتوز فى المنتج يكون فوق مشبع. ولتجنب التبلر الذاتى تضاف بلورات لاكتوز جافة دقيقة الطحن ومبسترة للمُركَز لتشجيع تبلر فورى ومضبوط. وأثناء التخزين يقلب المنتج لعدة ساعات لإنهاء عملية التبلر. والملء فى علب ألواح قصدير مهم والعلب والأغطية يجب تعقيمها بتمريرها فى لهب. والهواء فى منطقة الملء يجب أن يرشح ويكون ممتاز الجودة بكتريولوجياً وحيز الهواء فى العلبة يجب أن يكون منخفضاً للحد من نمو الفطر. وليس من الضرورى العمل تحت ظروف مطهرة ولكن يجب أن توجد ظروف تصحاح ممتازة.

اللبن المبخر evaporated milk

يظهر خط إنسيابى تصنيع اللبن المبخر فى الصورة (٢).

وهذا المنتج "بعد" معقم أي أنه بعد العملية التقليدية والملء والقفل يعقم في الحاوية النهائية وهي إما علب ألواح قصدير أو زجاجات ...الخ. ويضاف إليه نسبة صغيرة من أملاح التثبيت وقد يضاف كارجينان إذا سمح القانون.

وتم عمل عبوات طرية للبن مبخر مملوء مطهراً وتستخدم درجة حرارة عالية في هذا الغرض وعمليات التقييس والمعاملة الحرارية والتركيز والتبخير مشابهة للبن المكثف المحلي فيماعدا عدم إضافة السكر. وهو يجنس بعد التركيز ويبرد للتخزين متوسط المدى ويعقم بعد الملء.



صورة (٢): دياجرام لإنتاج اللبن المبخر.

المعاملة الحرارية/ثبات الحرارة heat treatment/heat stability: الثبات ضد الحرارة يشير إلى مقاومة مُركّز اللبن للتخثر أثناء التعقيم في الحاويات. واللبن له ثبات حراري طبيعي يتأثر بعوامل التكوين مثل محتواه من المعادن ومحتوى البروتين ودرجة الحموضة...الخ. وكذلك يتأثر ثبات الحرارة بالموسم وفترات الرضاعة ولذا فإنه يعامل بارتباطات درجة حرارة /زمن مع إضافة بعض أملاح معدنية. وهي توجد بطريقة التجربة والخطأ ولكن في الأساس فإنه كلما إشتدت المعاملة الحرارية يزداد الثبات للحرارة ولكن فوق الظروف المثلي يحدث التأثير العكسي بسرعة.

كذلك فإن عمليات المعاملة مثل التركيز والتجنيس لها تأثير غير مثبت على المُركَز. ومختلف العمليات يجب أن تتوازن لضمان منتج من أمثل جودة.

التركيز concentration: بعد التسخين المبدئي يبخر اللبن تحت فراغ. ويحسن أن يتم العمل تحت ظروف صحية جيدة ويستخدم عادة المبخرات ذات الفلم الهابط falling film evaporators.

التجنيس homogenizing: المجنس خاصة صمامات التجنيس يجب أن تحفظ في أحسن حالة

ميكانيكية ودرجة حرارة التجنيس هي حوالي ٦٥°م. ويستخدم ضغط تجنيس قدره ٢٠٠ - ٢٥٠ بار bar وأحسن النتائج يحصل عليها باستخدام نظام صمامين متتابعين. والصمام الثاني يضبط إلى ٢٠ - ٢٥٪ من الضغط الكلي. والضغط الزائد له تأثير عدم ثبات وهذا التأثير غير عكسي. وبعد التجنيس يبرد للتخزين المتوسط.

تجربة التعقيم pilot sterilization: من المستحسن ملء بعض العلب وتعقيمها تحت ظروف معينة للتحقق من ثبات الحرارة للمُركَز. ويمكن التصحيح بعد ذلك بإضافة ملح التثبيت مع تعديل ظروف التعقيم.

التعقيم sterilization: بعد ملء العلب (أو غيرها) يعقم المنتج للحصول على ثبات فيزيقي وبكتريولوجي أي تعقيم تجاري. ويعقم على قيمة ف ٤ F value وتستخدم معقمات دوارة أو مستمرة.

عيوب المنتج الرئيسية
major product defects

المشاكل البكتريولوجية bacteriological problems: اللحام الخاطيء ولحام أجزاء العلبة أو القفل هي أضعف النقاط. ووجود كميات زائدة من الجراثيم المحبة للحرارة قد يسبب فساداً شديداً.

واللبن المكثف المحلى أقل عرضة للفساد نظراً لمحتواه العالي من السكر ولكنه غير محمي ضد الكائنات التناضحية.

عدم الثبات الفيزيقي physical instability: مشاكل الفصل هي نتيجة عدم كفاية اللزوجة ومشاكل القوام بعضها له صلة بعدم معاملتها معاملة حرارية مثلى، وإن كان بالنسبة للبن المكثف المحلى ربما كانت نتيجة تبلر اللاكتوز تبلراً خشناً.

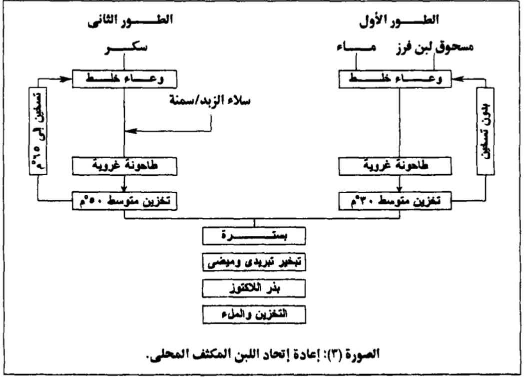
والتخثين بالعمر age thickening هي مشكلة للبن المكثف المحلى فزيادة اللزوجة مع طول زمن التخزين يكاد يكون دائماً موجوداً.ومن ناحية التصنيع لايمكن تصحيحه إلا بمعاملة حرارية مثلى للبن قبل التركيز. وتكون الجل مع العمر age gelation للبن المبخر هي ظاهرة مماثلة ولكنها لاتظهر إلا بعد فترة تخزين طويلة فقد يبقى المنتج محتفظاً بخواص فيزيقية عادية حتى بعد ١٠ أشهر أو أكثر. ويمكن أن يثخن في خلال عدة أسابيع وتكون الجل هذا هو تأثير تخزيني ويجب ألا يخلط مع التثخين أو التخثر أثناء عملية التعقيم ولا مع التخثر الناتج عن نشاط الكائنات الدقيقة. والعوامل الرئيسية التي تؤثر على تكون الجل بالعمر هي - كما هو أعلاه - ظروف تسخين مبدئية غير كافية أو غير مثلى للبن قبل تبخيره وظروف تعقيم هامشية ومستوى ملح مُثبت غير كاف.

وجودة لبن طازج ناقصة وظروف تسخين المنتج النهائي يمكنها أيضاً أن تلعب دوراً هاماً في تكوين الجل بالعمر أو التثخين لكل من اللبن المكثف المحلى أو المبخر.

المنتجات المنتجة بإعادة الإتحاد
products manufactured by recombining

كما ذكر سابقاً منتجات اللبن التقليدية مثل لبن مكثف محلى أو غير محلى تصنع بإعادة الإتحاد

باستخدام مسحوق اللبن الفرز ودهن اللبن غير المائى كمكونات لبنية. وعند إعادة إتحاد اللبن المكثف المحلى (الصورة ٣) تبعاً لعملية تستخدم فقط تبخير تبريدى وميضى flash evaporation cooling فجوامد اللبن الفرز يجب إذابتها بتركيز ٤٠٪ حيث لابد أن تتكون بعض الكتل ولكن هذه يمكن تشتيتها بقوة ميكانيكية من طاحونة غروية مثلاً. وثبت أن نظام إعادة التدوير له تأثير حسن على تميؤ مسحوق اللبن الفرز. وإذابة السكر على درجة حرارة منخفضة لايسبب مشاكلاً ولكنه يأخذ وقتاً ولذا فالمحلول المعاد إدارته يُسَخّنْ بعد إضافة المسحوق من أجل إذابة السكر فيه بسرعة.

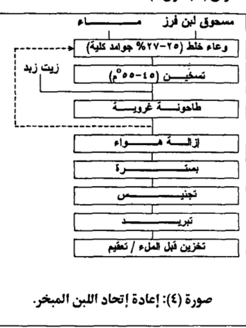


الصورة (٣): إعادة إتحاد اللبن المكثف المحلى.

ويمكن إستخدام عملية مبسط قليلاً لإعادة تكوين اللبن المبخر (الصورة ٤). وإذابة مسحوق اللبن الفرز على تركيزات منخفضة يعطى مشاكلاً قليلة. ومسحوق اللبن الفرز هو أكثر المواد الخام حرجاً فهو يؤثر - تبعاً لخواصه - على الخواص الطبيعية للمُنْتَج النهائى المعاد التكوين. وهذا يتوقف إلى حد كبير على المعاملة الحرارية التى تعطى للبن الفرز السائل قبل التجفيف كما أنه يتأثر بعوامل الفصول والمنطقة.

ولما كانت بروتينات اللبن حساسة للحرارة فإن مدى مسخها يعكس المعاملة الحرارية التى أستخدمت وتستخدم فى تقسيم مساحيق اللبن الفرز. وقد قسمها المعهد الأمريكى لمنتجات الألبان American Dairy Products Institute إلى

ثلاث مجموعات تبعاً لمستويات نتروجين بروتين الشرش غير الممسوخ الموجود في المسحوق بعد التصنيع وهذا يعبر عنه بدليل نتروجين بروتين الشرش (الجدول ٣).



صورة (٤): إعادة إتحاد اللبن المبخر.

جدول (٣): دليل نتروجين بروتين الشرش (د.ن.ب.ش WPN) (مجم نتروجين/جم مسحوق)

التقسيم	د.ن.ب.ش
حرارة عالية	≥ ١,٥
حرارة متوسطة	١,٥١ – ٥,٩٩
حرارة منخفضة	≤ ٦,٠

وبينما مساحيق من نوع منتجات حرارة عالية هي في الأساس أنسب المنتجات للتعقيم فإن مساحيق الحرارة المنخفضة عادة أكثر مناسبة للمنتجات معادة الإتحاد غير المعقمة مثل اللبن المكثف المحلي.

ودهن اللبن غير المائي هو المصدر الأساسي للدهن المستخدم في منتجات الألبان معادة الإتحاد وهي تساهم جوهرياً في المذاق والخاصية اللبنية للمنتج. وهي بيان ظاهر لمتطلبات الجودة في المادة الخام. وفي بعض الحالات تستخدم الزيوت النباتية كبدائل لدهن الزبد أساساً لأسباب إقتصادية وهذه المنتجات تعرف عالمياً بالألبان المملوءة filled milks. والزيوت النباتية المستخدمة يجب تكريرها مرتين وإزالة رائحتها وأن يكون لها قيمة بيروكسيد منخفضة.

والماء مكون رئيسي في كل منتجات الألبان معادة التكوين. وعادة ماء الشرب الجيد كافٍ ومقبول. ولكن لأن مذاق الماء ورائحته وربما لونه قد يؤثر على الناتج النهائي فيجب مراقبة جودة المياه جيداً.

ويستخدم مسحوق زبدة اللبن في المنتجات معادة الإتحاد. ومن الوجهة التقنية مسحوق زبد اللبن هو مساعد على إستحلاب الدهن حيث يحتوى على كميات كبيرة من الفوسفوليبيدات والتي تفقد في عملية فصل اللبن الفرز ودهن اللبن غير المائي. وفي معظم التطبيقات فقط مخيض اللبن الحلو مناسب ومسحوق مخيض اللبن المتحصل عليه من كريمة محمضة لإنتاج الزبد غير مناسب.

ونظراً لأن محتوى اللبن الطازج الطبيعي عادة ينقص قليلاً أثناء معاملة المواد الخام لإعادة الإتحاد فإنه يضاف فيتامينات أA، د D، ب B. وللألبان المملوءة إضافة فيتامين هـ E يوصى به لأغراض غذائية.

وكثير من مساعدات المعاملة وأساساً فوسفاتات ولكن أيضاً مستحلبات ومثبتات تضاف أيضاً لتحقيق خواص وتلازج منتجات معينة. وجميع المضافات يجب أن يراعى فيها مقاييس هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية.

(Macrae)

الكريمة cream

الكريمة هى تركيز لمستحلب اللبن الطبيعى وهى تتكون من حبيبات مستحلبة للدهن ويتراوح قطرها من صفر تقريباً إلى ١٠ ميكرومتر فى سيرم لبن فرز. والدهن يعطى النكهة وشكل المستحلَب يعطى صفات القوام والصفات الوظائفية. ويستخدم الدهن فى التقسيم القانونى للمنتجات.

مدى المنتجات والتكوين

جدول (١) يعطى المقاييس كما أوصت بها هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية مع المقاييس القانونية المطبقة الآن فى المملكة المتحدة.

وتوجد لوائح تغطى المعاملة الحرارية (لم تعامل أو مبسترة أو معقمة أو معاملة بدرجة حرارة فائقة العلو) وكذلك حدود المضافات المسموح بها ولوائح الروشمة. وكثير من البلاد لاتسمح ببيع كريمة غير مبسترة.

والكريمات منخفضة الدهن تستخدم ككريمات صب pouring للعُقْبَة أو للإضافة للقهوة أو الشاى. والكريمات الأعلا فى محتوى الدهن تستخدم ككريمات للخفق. وكريمة المعلق الرذاذى aerosol هى شكل خاص من كريمة الخفق فالكريمة المعاملة بدرجة حرارة فائقة العلو تعبأ فى علبة مع غاز أكسيد النتروجين كدافع. وتختلف المضافات المسموح بها من بلد لآخر. وهى عموماً السكر والمستحلبات والمثبتات وأملاح التثبيت.

جدول (١): مقترحات هيئة الأغذية والزراعة وهيئة الصحة العالمية لمقاييس الكريمة ومقاييسها فى المملكة المتحدة بالنسبة لمحتوى الدهون.

الهيئة	نوع الكريمة	محتوى الدهن المطلوب
هـ.أ.ز، هـ.ص.ع	مبسترة ومعقمة ومعاملة بدرجة حرارة فائقة العلو	≥ ١٨
	ضعف double	≥ ٤٥
	خفق ثقيل	≥ ٣٥
	خفق	≥ ٢٨
	نصف	١٠ – ١٨
المملكة المتحدة	مجلطة	≥ ٥٥
	ضعف	≥ ٤٨
	للخفق أو مخفوقة	≥ ٣٥
	معقمة	≥ ٢٣
	كريمة وكريمة وحيدة	≥ ١٨
	نصف	١٢ – ١٨

هـ.أ.ز: هيئة الأغذية والزراعة.

هـ.ص.ع: هيئة الصحة العالمية.

وكلما زاد محتوى الدهن إرتفعت لزوجة الكريمة ومع مستوى دهن أعلا من ٦٠٪ يمكن إستخدام الكريمة كمادة بسط. ولكن محتوى الدهن ليس

الشيء الوحيد المحدد للتلازج consistency وكريمات يمكن بسطها يمكن أن تصنع وبها محتويات دهن أقل بخفض أقطار حبيبات الدهن (تجنيس) وإضافة مثخنات.

ولو أن الكريمة تُعْرَف بمحتواها الدهني إلا أن السيرم المعلق مهم أيضاً وهذا السيرم يتكون من ماء (حوالي ٩١٪) ولاكتوز (حوالي ٥٪) وبروتين (حوالي ٢,٨٪ كيزين ، ٠,٧٪ بروتين شرش) ومكونات صغيرة أخرى مثل المعادن (٠,٧٪) والفيتامينات. والدهن والجوامد غير الدهنية في اللبن تتأثر بالسلالة وتغذية البقرة وعوامل الرضاعة والعوامل الموسمية.

ومكون آخر هام جداً في الكريمة هو الغشاء الذى يحيط بحبيبات الدهن ومعظم مكونات هذا الغشاء بروتين (٤١٪) وفوسفوليبيدات (٢٧٪) وجليسريدات متعادلة (١٤٪) وماء (١٣٪) وسيريبروسيدات/مخيدات (٣٪) وكوليسترول (٢٪). وكثير من خواص الكريمة تتأثر بالغشاء والمكونات ذات النشاط السطحى حيث تؤثر على ثبات الحبيبات وميلها للتجمع. والفيتامينات والمعادن والإنزيمات مكونات صغرى هامة للدهن والغشاء.

إنتاج وتعبئة الكريمة
production & packaging

الفصل والتقييس
separation & standardization

تنتج الكريمة من اللبن الكامل بالفصل وهو يعتمد على فرق الكثافة بين الدهن والسيرم المائى وترتفع حبيبات الدهن فى اللبن تبعاً لقانون ستوكس Stokes law

$$س_ر = \frac{ق^2 (ρ_ف - ρ_1)\, ز}{١٨\, η} \quad . \quad V_g = \frac{d^2 (ρ_f - ρ_1)\, g}{18\, η}$$

حيث: $س_ر$ = سرعة الحبيبة (م/ث)

V_g = velocity of globule (m s^{-1})

ق = قطر الحبيبة (م)

d = diameter of globule (m)

$ρ_ف$ = كثافة الحبيبة (كجم/م³)

$ρ_f$ = density of globule (kg m^{-3})

$ρ_1$ = كثافة السيرم (كجم/م³)

$ρ_1$ = density of serum (kg m^{-3})

ز = الإسراع تبعا للجاذبية الأرضية (م/ث²)

g = acceleration due to gravity (m s^{-2})

η = لزوجة السيرم (كجم/م/ث)

η = viscosity of serum (kg m^{-1} s^{-1})

ولاحظ أن $س_ر$ سالبة حيث تمثل المعادلة سرعة تقفيل أ ن $ρ_ف > ρ_1$.

ويمكن زيادة معدل الفصل بإستخدام حقل الطرد المركزى وهذا يمثل أساس فاصل اللبن

$$س_ر = \frac{ق^2 (ρ_ف - ρ_1)\, ن\, ω^2}{١٨\, η} \qquad V_g = \frac{d^2 (ρ_f - ρ_1)\, r\, ω^2}{18\, η}$$

حيث: ن = مسافة نصف قطر الحبيبة من محور الدوران (م)

r = radial distance of globule from axis of rotation (m)

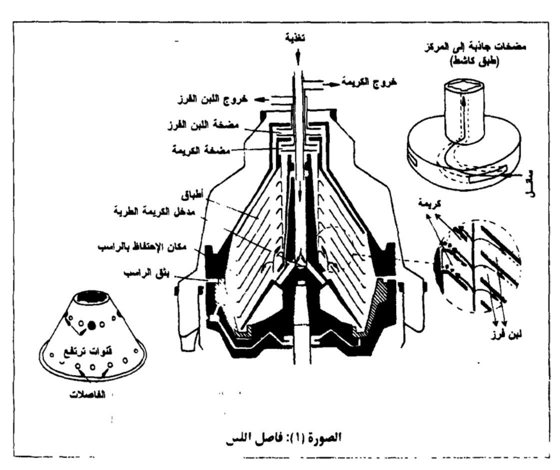
ω = سرعة زاوية (راد/ث)

ω = angular velocity (rad s^{-1})

والفصل المستمر للجزء الغنى فى الدهن (الكريمة) والسيرم (اللبن الفرز) يتحقق خلال رصيصة من أقراص دوارة حيث يوزع اللبن (الصورة ١) وكل

فُرْجة gap بين الأطباق تعمل كمنطقة فصل، فالفصل يحدث مابين الفرج بين الأطباق حيث يتحرك الطور المائى الأكثر كثافة للخارج على سرعة أكبر من حبيبات الدهن ويوجه خلال الناحية التحتية للأطباق إلى الخارج ومخرج اللبن الفرز. وتتركز جبيبات الدهن نحو محور أطباق الغزل وتوجه للخارج خلال السطح العلوى للأطباق إلى مخرج الكريمة. وموضع القنوات الصاعدة مهم فى زيادة كفاءة الفصل إلى أكبر حد ممكن وموضعهم على الأطباق يجب أن يكون على علاقة بإنسياب المُنْتَجَيْن.

وطاقة التدوير للتيارات يمكن أى تحول إلى ضغط أيدروستاتى بواسطة أطباق التقشير (مضخات جاذبة إلى المركز) وتستخدم فى ضخ المنتجات بعيداً. وكفاءة الفصل تقاس بمحتوى الدهن فى اللبن الفرز وهو عادة فى شكل حبيبات دهن صغيرة (أقل من ١ ميكرومتر). وتتأثر كفاءة الفصل بعدد الأطباق والمسافات بينها وسرعة دوران السلطانية. ولكن هناك حدود عملية للمعالم ويحدث تحسين قليل مع سرعات دوران عالية جداً. وفصل تجارى يعمل على حوالى ٦٠٠٠ دورة فى الدقيقة لإعطاء كريمة لها محتوى دهن ٤٠٪ تقريباً ولبن فرز بمحتوى دهن ٠,٠٦٪. وإدماج الهواء ينقص كفاءة الفصل والفاصلات الكتيمة تستخدم أقفالاً ميكانيكية لمنع الهواء. والفاصلات الكتيمة تغذى تحت ضغط ولاتتطلب أطباق كاشطة لإزالة المنتجات.



الصورة (١): فاصل اللبن

ومحتوى الدهن في الكريمة يضبط بالإنسياب النسبي لتيارات الخروج وإذا ضيق على إنسياب الكريمة فإن محتوى الدهن يزداد ولكن كفاءة الفصل تقل إذا أصبح مستوى الدهن عالٍ جداً. وكذلك درجة حرارة الفصل تؤثر على كفاءة الفصل نظراً للتأثير على لزوجة الكريمة والكثافات النسبية للدهن والسيرم. ولكن درجات حرارة أعلا قد تمزق الغشاء مما ينتج عنه دهن حر أكثر في الكريمة. وتهاجر الفوسفوليبيدات من الغشاء إلى السيرم بإرتفاع درجة الحرارة وهذا يؤثر على الخواص الوظيفية للكريمة خاصة الخفق والذى قد يتأثر عكسياً. واللبن يفصل عادة على درجات حرارة مثلى من ٤٠ - ٥٥°م ويتوقف هذا على تاريخ اللبن ولكن هناك فاصلات مصممة لفصل اللبن على حوالى ٥°م وهى درجة الحرارة التى يصل عليها اللبن إلى حيث يعامل.

والكريمة تُقَيس standardized بإستمرار بالضبط الآلى لإنسياب مختلف التيارات. ومحتوى الدهن فى الكريمة يمكن مراقبته بتحليل سريع آلى أو بقياس كثافته فى الخط.

البسترة والتعقيم والتعبئة: تعقم الكريمة بطريقة الدفعات على ٦٣ - ٦٥°م مع الإحتفاظ بها على هذه الدرجة لمدة ٣٠ق. ولكن الأكثر إنتشاراً هى البسترة المستمرة فى مبادل حرارى ذى ألواح على ٧٢°م لمدة ١٥ ثانية، ولكن وجد أن إستخدام درجة حرارة أعلا (٨٠°م) كان مفيداً. وإرتفاع درجة الحرارة حتى ٨٥°م يمكن أن ينقص عمر الرف غالباً من خلال تنشيط جراثيم البكتيريا. والكريمة المبسترة قد تعبأ فى كراتين أو زجاج أو لدائن. والكرتونات تحتاج إلى حاجز مانع للماء بين الورق المقوى والكريمة غالباً من عديد الإيثيلين الذى حل محل الشمع. والقِدَرْ pots تصنع من عديد الستيرين أو عديد البروبيلين وأغطية رقائق الألومنيوم تقفل على القِدَرْ مع وضع غطاء لدائن ليستخدم بعد الفتح.

وكذلك يمكن للكريمة أن تعقم فى العلب لعمر رف طويل فالكريمة التى يجب أن تكون ذات عد بكتريولوجى منخفض وحموضة منخفضة تُقَيس إلى محتوى دهنى قرب الحد الأدنى القانونى ٢٣٪ (وكثيراً ماتسمى كريمة مخفضة reduced cream) ثم تعامل حرارياً مبدئياً وتجنس. والتجنيس يكسر حبيبات الدهن الكبيرة إلى حبيبات أصغر لانقاص ميل حبيبات الدهن للإرتفاع (التكريم creaming) مخلفة فى نفس الوقت غشاء حبيبة دهن أكثر ثباتاً بإمتزاز البروتين من السيرم ليغطى بسطح السيرم دهن جديد. وللحصول على منتج ناعم بدون تحبب فربما كان من الضرورى إضافة أملاح تثبيت مثل كربونات الصوديوم أو سترات الصوديوم الثلاثية أو فوسفات الصوديوم والتى تزيد من إتاحة كيزين السيرم. والكريمة تعبأ فى علب معاملة باللك laquered وتقفل وتعقم فى معقم قد يكون مستمراً. وتستخدم درجات حرارة ١١٥ - ١٢٠°م مع وقت إحتفاظ يتوقف على حجم العلبة وإذا كان سيستخدم تقليب أم لا وحجم العلبة محدد (<٣٠٠ مل) حيث أن المعاملة الحرارية الطويلة والعلب الأكبر حجماً تُزيد من فرص تفاعل إسمرار مايارد Maillard بين

البروتين واللاكتوز وبذا تؤثر عكسياً على اللون والنكهة.

وقد تعامل الكريمة بتعقيمها بدرجة حرارة فائقة العلو (≥ ١٤٠°م لمدة ٢٠ ثانية) وتعبأ مطهراً. ومواد التعبئة المطهرة تشمل الكرتونات المكونة من رقائق مع لدائن (مثل عديد الإيثيلين) فى الداخل وحاجز رقائق ألومنيوم متوسط والورق المقوى فى الخارج. وتعقم أولاً بفوق أكسيد الأيدروجين ويزال المتبقى منه بالتصفية والتسخين قبل الملء. وحجم العبوات عادة مابين ١٠٠ - ١٠٠٠ مل. والقِدَرْ اللدائن قد تستخدم مُكَوَنَةً بالحرارة بإستمرار من صفحة قبل الملء المطهر فى تيار هواء إنسيابى طبقى laminar والقفل الأخير من رقائق ألومنيوم (شكِلْ-أملأ - إقفل). وحجم العبوات يتراوح من ٧,٥ مل لكريمة القهوة إلى ١٠٠٠ مل. وتستخدم علب معدن معاملة بالللك للكريمة المعاملة بدرجة الحرارة فائقة العلو ذات المعلق الرذاذى aerosol.

وتعبأ الكريمة فى أكياس pouches لدائنية أو أكياس رقائق/لدائن محتواة فى كرتونات أو فى صناديق لدائن تعاد. والكريمة المعاملة بدرجات حرارة فائقة العلو قد تعبأ بالحجم بإستخدام أنظمة ملء مطهرة خاصة. وأحجام حتى ١٠٠٠ لتر يمكن أن تعبأ.

الصحة/التصحاح والتخزين

الكريمة معرضة للتدهور بسبب تغيرات الكائنات الدقيقة والإنزيمية والفسيوكيماوية. والكريمة المبسترة لها عمر رف محدود لمدة عدة أيام ويجب أن تحفظ مبردة (<٥°م). والتهدم الناتج عن الكائنات الدقيقة هو أهم خطر ولكن الليبازات تطلق الأحماض الدهنية التى تسبب نكهات زنخة. وحبيبات الدهن تميل إلى الإرتفاع إلى السطح وتتجمع مالم تكن الكريمة مجنسة. والتجنيس له فوائده للكريمة ذات الدهن المنخفض لزيادة اللزوجة وتثبيط التكريم creaming. والتخزين على درجات حرارة منخفضة يؤخر "السد plugging" للكريمة غير المجنسة لأن التكريم يؤخر نظراً للزوجة العالية، ونسبة الدهن السائل المنخفضة فى الحبيبات تقلل من التكتل. والكريمة فى زجاجات يجب أن تحفظ فى الظلام لأن الضوء يحدث تغيرات تأكسدية محثة بالضوء فى دهن اللبن مع تهدم النكهة بعد ذلك. وعمر الرف فى الكريمة المعقمة محدد بالتغيرات الكيماوية والفيزيقية. والكائنات الدقيقة المكونة للجراثيم قد تكون مشكلة إذا لم يتم التخلص منها بالمعاملة الحرارية المبدئية. والكريمة المعقمة فى العلب لها عمر رف طويل على درجة الحرارة المحيطة وإن كانت تفاعلات مايارد والتى تبتدىء أثناء التعقيم وإنفصال السيرم (إندغام الجل syneresis) قد تحدث أثناء التخزين

وأكبر مشكلة فى الكريمة المعاملة بدرجة الحرارة فائقة العلو هى الإنفصال الفيزيقى للدهن مع مايتبعه من تكتل بالرغم عن أن هذا يمكن أن يقلل بالتجنيس. وإضافة أملاح التثبيت أو كيزينات الصوديوم أو المثبتات الصمغية يثبط تكتل حبيبات الدهن. والبكتيريا المحبة للبرودة فى اللبن قد تطلق إنزيمات بروتيولوتية مقاومة للحرارة والتى

ينتج عنها تخثر ونكهة مُرّة. وعمر رف الكريمة المعاملة بدرجة حرارة فائقة العلو محدد إلى حد ما بالتعبئة، فاللدائن منفذة للهواء والأكسدة بعد ذلك تؤثر عكسياً على النكهة. وطبقة من رقائق الألومنيوم تمنع دخول الأكسجين ولكن النكهة تتدهور بالرغم عن ذلك نظراً لتفاعلات غير تاكسدية.

والعيب الرئيسي في كريمة القهوة هو ميلها الزائد إلى أن "تُرَيِّش feather" مع التخزين. وهذه الظاهرة مرتبطة بهجرة الكالسيوم من السيرم إلى الغشاء مما ينتج عنه نقص في الثبات مع ترسب بعد ذلك للبروتين وإطلاق دهن حر عندما تضاف للقهوة وهذا يمكن تقليله بضبط التجنيس وظروف المعاملة الحرارية فائقة العلو لإنتاج حبيبة دهن صغيرة (٠,٤ ميكرومتر تقريباً) ومنع تعنقد الحبيبات. وإضافة عوامل خلب الكالسيوم وتثبيت البروتينات مثل كازينات الصوديوم يخفف من المشكلة أيضاً.

تجميد الكريمة: تجميد الكريمة يحمي ضد التدهور بالكائنات الدقيقة ولكن مالم يحدث التجميد بسرعة جداً فإنه يمزق المستحلَب مما ينتج عنه فصل عند التيع. ولذا تستخدم الكريمة المجمدة في أحجام في عمليات التصنيع عندما يكون الفصل غير هام. والكريمة يتم تجميدها بسرعة بجعل وحدات الحجم صغيرة خلال تكوين فلم أو التجميد بدرجات الحرارة المنخفضة جداً cryogenic freezing بإستخدام النتروجين السائل. والكريمة المجمدة يجب أن تخزن على أقل من -١٨°م للحصول على عمر رف طويل وتموجات الحرارة يجب تجنبها لأن هذه تؤدى إلى تكون بلورات ثلج تؤذى غشاء حبيبة الدهن.

الكريمة الحمضية (المزروعة cultured): تعامل الكريمة بمزارع كائنات دقيقة مناسبة تؤيض اللاكتوز إلى حمض لاكتيك وتعطى مركبات نكهة أخرى أيضاً. وخفض رقم جهد يخثر البروتين مما يثخن المنتج ويعطى عمر رف ممتد إلى حد ما. والكريمة المفردة/الوحيدة single cream المبسترة تستخدم عادة كمادة أولية للمعاملة بالمزارع culturing. والكريمة الحامضية تستخدم كمكون في كثير من الأغذية كأطباق الخضر والصلصات وصلصات السلطة والأكلات الخفيفة...الخ.

الإستخدام الصناعي industrial uses

الكريمة المخفوقة whipped cream: التقليب الميكانيكي يدخل هواءاً في الكريمة كفقاقيع مشتتة وتتركز حبيبات الدهن عند البيسطح هواء- سيرم حيث يعتقد أن التوتر السطحي يمزق غشاء الحبيبة. وبإستخدام التقليب فإن فقاقيع الهواء تصبح أصغر وتتفاعل الحبيبات لتكون شبكة ثابتة. والتفاعل يعتمد على عدة عوامل: فمحتوى الدهن يجب أن يكون عالياً بدرجة كافية لإعطاء الكثافة اللازمة للحبيبات عند البيسطح interface. والغشاء حول حبيبات الدهن يجب ألا يكون ثابتاً جداً لأن بعض التكسر الميكانيكي لازم لإحداث التفاعل و "إلتحام welding" الحبيبات. والتجنيس أو إضافة مواد مثبتة مثل البروتين له تأثير مثبط على

الخفق. ودرجة حرارة وتعتيق الكريمة مهم فدرجة الحرارة إذا كانت أعلا من ١٠°م فإن دهن سائل زائد يضعف التركيب ويعمل على خفض الرغوة. والكريمة يجب أن تخزن مبردة لمدة ١٢ ساعة على الأقل قبل الخفق لجعل تبلر الدهن في الدرجة المثلى ولعدم تثبيت الغشاء. وإضافة مستحلب يمكن أن ينتج عنه زيادة في زيادة الحجم overrun (نسبة الزيادة في الحجم عند الخفق) للكريمة المخفوقة. وبعض المستحلبات يمكن أن تزيد التفاعل مع الحبيبات مع قصر وقت الخفق بعد ذلك وتركيبات أكثر تماسكاً. وتستخدم الكريمة المخفوقة في الخبيز والحلويات.

وضبط خفق الكريمة مهم لأن "فوق الخفق over-whipping" ينتج عنه تكسر تام في المستحلَب مع "مخض" للدهن وإطلاق السيرم الحر. و "تحت الخفق under-whipping" يعطي رغوة ناعمة بدون تركيب كافٍ للإحتفاظ بالشكل. والكريمة المخفوقة لها ثبات تجميد-تيع أحسن من الكريمة غير المخفوقة بحيث يمكن إدخالها في الحلويات المجمدة. وإضافة مثبت مثل الكاراجينان أو الجينات الصوديوم يخفض من ميل المُنتَج المخفوق لأن يندغم synerese. وتنتج أيضاً مشروبات الكريمة الصلبة أو الجافة كما تستخدم الكريمة كمصدر للدهن كما تستخدم في الجيلاتي ويمكن تجفيفها لإنتاج مسحوق عالي الدهن يستخدم في الخلطات الجافة (مثل خلطات الكيك وخلطات الشوربة ومسحوق جيلاتي طري) والتجفيف يتطلب تركيبات تناسب الإستخدام النهائي ويتطلب مجففات خاصة لمناولة المنتج عالي الدهن. ولاتنتج مسحوقات الكريمة بكميات كبيرة لأن المنتجات التي أساسها دهن نباتي أرخص وأسهل في الإنتاج ولكن مسحوق الكريمة له ميزة نكهة أحسن ولكن يجب الحماية ضد أكسدة الدهن لإعطاء المنتج عمر رف مناسب. وليكير الكريمة مشروبات محبوبة وتُستَخدِم قوى حفظ الكحول لعمر رف طويل.

(Macrae)

الكريمة المُجَلَطَة/المُخَثَرَة clotted cream

الكريمة المجلطة وكثيراً مايطلق عليها "كريمة كورنيش Cornish cream" أو "كريمة ديفون Devon cream" هي كريمة ذات دهن عالٍ والتي عوملت خصيصاً حتى تكتسب خاصية نكهة نُقل/مكسرات nutty وتلازج consistency خليط مابين مناطق ثخينة ورفيعة وقوام يتبادل بين الحبيبي والناعم. واللون يمكن أن يختلف من كريمي إلى أصفر ذهبي ويتوقف على سلالة البقر وفصل السنة. والمنتج من أى وحدة تصنيع صغيرة له نكهته وقوامه الفيزيقي الخاص. وأكثر طرق الإستهلاك بين الناس هو مع الكيك مسطحة مدورة scones والمربى خاصة الفراولة ومع الفواكه.

وتنتج في المناطق التي بقرها يعطي لبناً عالي الدهن خاصة في الربيع والصيف. وفي أثناء هذه المدة بعض اللبن الدافيء أي مباشرة من البقر ينقل إلى طاجن ضحل (١٥٠مم في الإرتفاع، ٥٠٠ مم في القطر) ويوضع على رفوف في مصنع اللبن البارد. وبعد أن يترك طول الليل والذى ترتفع فيه الكريمة للسطح تسخن الطواجن ببطء (تسمط scalded) على فترة من ٢-٣ ساعات حتى

يصبح سطح الكريمة له مظهر القش. واللبن لايسمح له بالغليان أبداً لأن "فعل الفقاعات bubbling action" يمكن أن يمزق القشرة. وبعد إستكمال مرحلة التسخين تبرد الطواجن إما في ماء بارد يجرى أو بتركها على الرف حتى اليوم التالي. وبأى من الطريقتين تتصلب الكريمة ويمكن أن تقشد بإستخدام ملعقة مخرمة مسطحة كبيرة إلى طبق وتكون معدة للأكل. ويستخدم اللبن الفرز للشرب والطبخ أو لتغذية العجول والخنازير.

الوضع الحالي: التغير الجوهرى الذى حدث فى تصنيع الكريمة المجلطة/المخثرة حصل مع تقدم فاصلات الكريمة. فالكريمة المفصولة يتم سمطها فى الطواجن بإستخدام الطريقة الموصوفة أعلاه ولكن بإختلاف أنه بعد التبريد فإن كل محتويات الطاجن يمكن أكله أى أنه لايوجد لبن فرز. وأى كريمة مجلطة زائدة يتم تحويلها إلى زبد لإستخدامها فى شهور الشتاء عندما ينقص اللبن.

وتنتج الكريمة المجلطة/المخثرة الآن على نطاق كبير ولكن يلاحظ أنه بغض النظر عن حجم التصنيع فإن سمط scalding الكريمة يجب أن يعطى منتجاً مضموناً بكتريولوجياً (مأمون) ومعد للبيع. ويتوقف وقت السمط على: ١- محتوى الكريمة من دهن الزبد وأى معاملة حرارية تكون الكريمة قد تعرضت لها قبل السمط. ٢- حجم الكريمة الذى سيعامل ومساحة السطح المتصل مباشرة أو غير مباشرة مع وسط التسخين. ٣- درجة حرارة وسط التسخين وحجمه بالنسبة لحجم المنتج.

وأقل زمن ودرجة حرارة هما ٣٠ق على ٦٥°م لإعطاء منتج مأمون بكتريولوجياً كما يجب العناية أين يتم قياس درجة الحرارة. وبالرغم عن ذلك فإن هناك زمن تسخين آخر مطلوب لإعطاء المنتج خواصه المرغوبة من حيث النكهة والقوام وعلى ذلك فإن بقاء المُمْرِضَات يجب ألا يكون مشكلة. وبجانب ذلك فإن الكريمة تسخن إلى ٧٠ - ٨٠°م فالتبخر يمكن أن يحدث فقداً فى الوزن حتى ١٥٪ ويتوقف ذلك على مساحة السطح المعرض. وضبط الرطوبة فى غرفة السمط قد يساعد على تقليل هذا الفقد ويعطى معاملة حرارية متساوية ولكن عناية خاصة يجب أن تتخذ لتجنب أى تلويث بالتكثيف للمنتج. ونظام التبريد يحتاج إلى أن يتجنب المنتج أى تلوث جوى ويقام نظام ترشيح لإعطاء إنسياب هواء ذى ضغط موجب فى أماكن الخطر. ولو أن تبريد سريع يمكن أن يخفض من لزوجة المنتج النهائى فكل الكريمة يجب أن تبرد تحت ٥°م فى خلال ١٢ ساعة من الإنتاج.

المقاييس القانونية والإستشارية

تنص اللوائح على أن محتوى الكريمة المجلطة/المخثرة يجب ألا يقل عن ٥٥٪ دهن زبد وأن مادة الحفظ المقبولة هى النيسين وأن عدد المستعمرات الكلى (ع.ع.ك.ل total (TCC colony count بعد ٢٤ ساعة من التصنيع يجب أن يكون أقل من ١٠٠٠ وحدة مكونة لمستعمرات /جم (و.ك.ع colony forming units/g (cfu (يستريل Yeastrel آجار لبن على ٣٠°م لمدة ٧٢ ساعة)، وأن أشكال كولى يجب أن تكون غائبة فى

١جم، وأن الخميرة والفطر يجب أن تكون أقل من ١٠٠ وحدة مكونة لمستعمرات فى الجرام.

طرق التصنيع manufacturing procedures

فى مصنع ألبان صغير يستخدم حتى ٢٠٠٠٠ لتر فى اليوم (فى المزرعة).

كل مُنْتِج للكريمة المجلطة/المخثرة له خواص معينة يعتبرها المستهلكون عادية. وأهم ميزة يتسم بها هؤلاء المنتجون هى إتاحة اللبن الخام الطازج المنتج بالمقاييس المطلوبة لجودة المنتج أى عد مستعمرات كلى منخفض ومستوى دهن عالٍ والخلو من اللطخ أو النكهات غير المرغوبة. واللبن وتكون درجة حرارته حوالى ٣٥°م يضخ مباشرة من برطمانات فى ردهة الحلب إلى الفاصلات وهذه من أنواع مختلفة وسعتها تختلف من ٣٠-٥٠٠ لتر لبن كامل/ساعة. ويحتفظ بحلزون الكريمة cream screw ثابتاً فى موضع معين على اللوح الأعلى، وثخانة الكريمة النهائية تنظم بإنسياب اللبن خلال الفاصل. ولاتحدث مشاكل حقيقية إلا عندما يكون اللبن بارداً جداً نظراً للظروف المحيطة فيحدث عندئذ فقد دهن زائد فى اللبن الفرز.

وتستخدم طرق مختلفة لسمط الكريمة المفصولة ومنها لوح ساخن مسخن بوقود صلب وحمام مائى bain marie ومُسَمِطَات ماء ساخن خاصة مصممة خصيصاً للكريمة المجلطة وأفران هواء ساخن ذات تيار هواء دائر مدفوع. والمُنْتَج يسمط فى طواجن مصنوعة من صلب غير قابل للصدأ أو ألومنيوم، وتختلف الطواجن فى الحجم تبعاً لطريقة التسخين. والكريمة المصنوعة فى الحمام المائى bain marie تقلب لضمان تسخين موحد ثم غالباً تبرد إلى ٥٠°م وتصب فى طواجن التجزئة ثم يلى ذلك تبريد طول الليل وينتج مُنْتَج متجانس ناعم جداً. وفى أفران الهواء الساخن يمكن سمط الكريمة فى طواجن التجزئة. والسامطات التقليدية متاحة لإنتاج ٤,٥ - ٩,٠ كجم كريمة حيث تسخن بالكهرباء، والماء يدار فى تنك ضحل تحت الطاجن وهذا يضمن توزيع حرارى موحد. وفى نهاية التسخين توجه المياه إلى منطقة التسخين ويدار ماء بارد تحت الطواجن وإذا لزم الأمر يمكن وضع أغطية معزولة لجعل التسخين أكثر ثباتاً بضبط إنسياب الهواء على الكريمة كما أن الأغطية تقلل من خطر التلوث. وتطبخ الكريمة إلى الدرجة المطلوبة عندما يكون مظهر السطح مثل القش واللون متساوٍ وهناك حبيبات دهن حرة حول حافة الطاجن. وسطح الكريمة يجب ألا يزعج أثناء النقل إلى الغرفة الباردة. وتبرد الكريمة طول الليل للسماح لدهن السطح أن يتبلر ويعطى القوام الحبيبى المتوقع من مُنْتَج التجزئة مع جعل الكريمة أسهل فى المناولة ثانى يوم وبأقل فقد.

والغرفة، حيث الكريمة تعبأ فى عبوات التجزئة، يجب أن تكون مفصولة عن منطقة الإنتاج لأن هذا يقلل من إحتمالات التلوث من المواد الخام والعدوى بواسطة الخميرة والفطر من الهواء. وعمر الرف للكريمة الجلطة المصنوعة جيداً يجب ألا يقل عن ٦ أيام على ٥°م. وتختلف الكريمة المنتجة فى المزرعة من ٦٠ - ٦٥٪ دهن وتميل لأن تكون ذات

نكهة أكثر وذات قوام يختلف عن الكريمة المصنعة في المصنع.

الكريمة المجلطة/المخثرة المصنعة في المصنع

في المصانع فإن كل لبن يجمع معاً لإعطاء ثبات أكبر للمادة الخام وللمحافظة على لزوجة المنتج. ونسبة الدهن في الكريمة يجب أن تضبط قبل السمط للتعويض عن التقلبات الموسمية.

وإستخدام لبن بعد أكثر من ٢٤ ساعة بعد الحلب يجب أن يقلل والكريمة المفصولة يجب أن تسمط خلال ٤ ساعات. والفاصلات الحديثة لإزالة الوحل آلياً مصممة لتقليل فقد الدهن إلى اللبن الفرز أثناء إنتاج كريمة على ٥٠٪ دهن زبد وعلى درجات حرارة فصل عالية. ولكن فصل اللبن على درجات حرارة أعلا من ٤٣°م يمكن أن يؤثر على اللزوجة النهائية لمنتج التجزئة. وعموماً تفصل الكريمة على ٥٤-٥٩٪ دهن زبد، ويتوقف عن ذلك على طريقة السمط الذى سيجرى، ولُقَيِّس كل دفعة إلى رقم محدد.

وفي معظم المصانع تبستر الكريمة المفصولة خلال مبادل حرارى ذى ألواح مصمم لتسخين الكريمة إلى ٧٥°م في ١٥ ثانية ثم التبريد إلى ٦٠°م إذا كانت الكريمة سيتم سمطها مباشرة أو إلى أقل من ٢٠°م إذا كانت ستخزن. ويجرى التعويض عن أى فقد في اللزوجة في المنتج النهائي كنتيجة لمناولة اللبن الخام وبسترة الكريمة بإضافة نسبة صغيرة من اللبن المجنس إلى الخلطة قبل السمط. ويوجد حالياً طريقتان للسمط واحدة تستخدم الماء الساخن والأخرى تستخدم هواء ساخن الذى يستخدم طريقة الدفعات ويتم سمط طواجن من ١٢٥ جم - ٢,٢٥ كجم. وضبط الملء أسهل مع الكريمة غير المطبوخة وخطر التلوث بعد البسترة يقل حيث أن المنتج النهائي لايحتاج إلى تغطيته. ومع السمط بالماء الساخن تستخدم الطريقة المستمرة والطواجن تمر خلال الماء الساخن على قضبان تتحرك على سرعة معينة وكل طاجن به ١,٥ - ٢,٢٥ كجم كريمة وعمق الكريمة حوالي ٢٥-٣٠مم وزمن السمط ١ - ١,٥ ساعة. ومراقبة درجات حرارة الهواء و/أو الماء في كل مرحلة مهم لضمان التسخين الموحد.

وغرفة منفصلة لها إنسياب هواء موجب الضغط ذى جودة بكتريولوجية جيدة مطلوبة عندما تخرج الكريمة من السمط وتوضع على الترولى قبل الدخول للمبرد (الترولى سبق غسيله وتعقيمه في نظام غسيل نفق). ويعمل المبرد على ٥°م ويجب أن يكون له أرضية مستوية وتقسم إلى أقسام كل قسم يحتفظ بإنتاج يوم معين.

التعبئة packaging

الكريمة المسموطة في الطاجن: هناك عدة أنظمة للتغطية وهذه تستخدم رقائق وتقفل حرارياً إلى طواجن اللدائن أو أغطية لدائن توضع على الطاجن. ويُرَمَّز كل طاجن. والعبوات تحت الوزن يجب أن ترفض لأن أى إضافة للكريمة تفسد المنظر، وهذا العيب يجب أن يصحح عند ملء الكريمة قبل السمط في الطاجن.

تعبئة الكريمة بالحجم فى عبوات التجزئـة: مكَن المـلء - دائـرى أو مستقيم - يجـب أن يصمـم لإعطاء أقل تكسر فى الكريمة أثناء التوزيع، وضبط الأوزان النهائيـة يمكـن أن يكـون صعبـاً نظـراً لإختلافات القوام فى المنتج. والكريمة بعد فترة تبريد قصيرة يمكن أن تعبأ فى طواحن تجزئة على درجة حرارة مـابين ٢٠ - ٣٠°م، ثم تعاد للمبرد حيث التبريد النهائى يعطى الزيادة المرغوبة فى اللزوجة. وعمر الرف للكريمة المنتجة فى المصنع يجب أن يكون ١٠ - ١٤ يوماً، منها فى الأسواق ٦ أيام فـى المخـزن. وعمومـاً فـإن هـذا النـوع مـن الكريمة له تلازج ناعم لزج tacky وآثار قليلة من القشرة التقليدية ولون أصفر باهت - كنتيجة لزيادة التسخين - ونكهة لطيفة ومحتوى دهن زبد متوسط ٦٠٪. وبعض الكريمة المجلطة/المخثرة فى المصنع تستخدم فى عمل جيلاتى ممتاز، وهذه يجب ضبط مستوى الدهن النهائى بها إلى ٥٦٪، والقوام غير هام لأنها ستعامل بعد ذلك فى خلطة الجيلاتى. (Macrae)

بعض المنتجات التقليدية

الألبان المتخمرة المصرية

Egyptian fermented milks

يمكن القـول أن نشأة الألبـان المتخمـرة مرتبطـة تمامـاً بالحضـارة المصريـة القديمـة خـلال العصـور الفرعونية واليونانية والرومانية والقبطية، وإستمرت فى تطورها خلال العصور العربية والإسلامية، ويدل وجـود الأوانـى الفخاريـة مثـل المـترد أو الشـالية المستخدمة فى تخمير اللبن الحليب لإنتاج اللبن الرايـب، والبـلاص أو الزلعـة لتخمير وحفـظ جـبن المش ، والزير لحفظ وتكثيف لبن الزير المتخمر، والبواقى (آنية فخارية مزججة من الداخل) لحفظ السمنة، وذلـك فـى أحـد مقـابر الأسـرة الفرعونيـة الأولى (٣٢٠٠ قبل الميلاد) على أن النواتـج اللبنية المصريـة القديمـة عرفـت منـذ العصـور الفرعونيـة ومازالت موجـودة حتى الآن، كذلك أمكن العثور فـى سنورس على أدوات قديمـة لصناعـة الألبـان المتخمرة والبحث فى أحد المقابر الرومانيـة (٣٠ قبل الميلاد) حيث إحتوت المقبرة على الحصيد المتقدم فى تصفية الشرش لصناعة الجبن القريش، وكذلك أوانى فخارية مشابهة لتلك التى وجـدت فى مقابر الأسرة الفرعونية الأولى، مما يدل دلالة قاطعـة علـى أن الصناعـات اللبنيـة ومنـها الألبـان المتخمرة عرفت منذ فجر التاريخ المصرى.

تعريف الألبان المتخمرة

هى نواتج لبنية مرغوبة تحضر من اللبن الحليب الكامل أو الفرز وقد يتم تركيزه، والقديم منها يتم التخمر به طبيعياً بإستخدام لبن متخمر مشابه سابق، أمـا الحديـث فيـها فيجـرى إنتاجـها بالتخمـير بإسـتخدام مـزارع بادئـات كائنـات دقيقـة خاصـة بالنـاتج موجـودة فـى صـورة نقيـة، ويجـب أن تظـل الفلورا الدقيقة الخاصة بـاللبن المتخمر علـى صـورة حية نشطة حتى يتم بيع النـاتج للمستهلك، كذلك يجـب خلـو هـذه النواتـج مـن الكائنـات الدقيقـة المرضية تماماً. وقد وجد بالألبان المتخمرة النواتج الأيضية الناتجة عن نشاط الفلورا الدقيقة المكونة لبادئها. وتوجـد الألبان المتخمرة إما علـى الصـورة السائلة أو المتماسكة أو الصلبة.

صناعة الألبان المتخمرة المصرية

فيمايلى طرق صناعة الألبان المتخمرة المصرية وهى اللبن الرايب، اللبن الخض، لبن الزير، الجبن القريش، جبن المش، الكشك، اللبن الزبادى، ويضاف إليها اللبنة التى أدخلت صناعتها فى مصر حديثاً فى السبعينيات من القرن العشرين نقلاً عن صناعة اللبنة فى دول الشام (سوريا، لبنان، فلسطين).

اللبن الرايب Laban Rayeb

اللبن الرايب، لبن متخمر طازج متماسك ويعتبر من أقدم الألبان المتخمرة وأكثرها إنتشاراً فى مصر خاصة فى قرى الوجه البحرى، ويتم إنتاجه بطريقة بدائية وبدون إستخدام بادىء، وتتلخص الطريقة فى أنه يتم حلب اللبن مباشرة فى أوانى فخارية تعرف "بالشوالى" أو "المتارد" وتترك فى غرفة دافئة مظلمة حتى ترتفع القشور على السطح وفى الوقت نفسه يتجبن اللبن، بعد ذلك تجمع القشدة من على السطح حيث تحول إلى زبد وسمن أما الخثرة التى تعرف باللبن الرايب أو لبن المترد فقد تؤكل طازجة، أو تحول فى الغالب إلى جبن قريش والأخير يحول إلى مش.

اللبن الخض الحامض Sour Laban Khad

اللبن الخض الحامض، لبن متخمر طازج ومتماسك، ويعتبر أيضاً من أقدم الألبان المتخمرة وأكثرها إنتشاراً فى مصر خاصة فى قرى الوجه القبلى، ويعتبر الناتج الثانوى لخض اللبن عند تحويله إلى زبد فى القِرَب بالطريقة البدائية.

وعادة فإنه فى فصل الشتاء بعد أن تتم عملية المخض وإزالة الزبد، يترك اللبن الخض فى القربة وأحياناً تضاف إليه كمية كبيرة من المنفحة للإسراع فى التجبن. ويحول بعد ذلك إلى جبن قريش وتحول كمية من الجبن القريش إلى جبن المش. أما فى فصل الصيف فيجبن اللبن الخض ذاتياً ولا يعتبر مرغوباً سواء طازجاً أو بتحويله إلى جبن قريش، لذلك فإنه يحول غالباً إلى لبن خض حامض يعرف بإسم لبن الزير.

لبن الزير Laban Zeer

يجمع اللبن الخض الحامضى الناتج فى فصل الصيف فى زير، ويضاف إليه كمية من ملح الطعام ويترك حتى يترشح الشرش ويصبح مركزاً ثقيل القوام وهو يؤكل إما كما هو أو يحول إلى مشروب مخفف أو يحول إلى كشك.

التحليل الكيماوى للبن الزير: الرطوبة ٧٥٪، الرماد ٧٪، الملح ٣٪، الدهن ٣٪، البروتين ١٢٪.

الجبن القريش Kareish cheese

يصنع الجبن القريش من اللبن الرايب (قرى الوجه البحرى)، واللبن الخض الحامض (قرى الوجه القبلى)، وفى المصانع يجبن اللبن الفرز ببادىء، وفى جميع الأحوال تعبأ الخثرة فى حصير الترشيح حيث يتم التخلص من الشرش بضم طرفى الحصيرة ثم تعلق الحصيرة فى حامل لإستكمال عملية الترشيح وتستغرق هذه العملية من يومين إلى ثلاثة أيام تقطع بعدها الخثرة إلى أحجام مناسبة ويرش عليها الملح الجاف.

التحليل الكيماوى للجبن القريش: الرطوبة ٧٠٪، الرماد ٥٪، الملح ٣٪، الدهن ٣٪، السكريات ٣٪ ، البروتين ١٦٪.

جبن المش Mish cheese

يقطع الجبن القريش المراد تحويله إلى جبن مش إلى مكعبات أبعادها حوالى ٨ سم، ويوضع فى طبقات فى بلاص فخارى. تضاف بعد ذلك مواد مالئة مثل اللبن الخض أو الفرز أو الشرش أو الرايب أو اللبن الكامل أحياناً، ويضاف الملح بنسبة ١٠٪. كذلك تضاف مواد أخرى مكسبة للطعم مثل المورتة أو الكسبة وبعض التوابل مثل مسحوق الحلبة، الفلفل الأحمر، الفلفل الحار، البابريكا، الفلفل الأسود، الينسون، الكراوية ، الكمون، جوزة الطيب، حبة البركة. وقد توضع ثمار الفلفل الأخضر ومش قديم (كبادىء طبيعى) من ٢-٧٪ ويضاف البوراكس فى قطعة من الشاش وذلك كمادة حافظة لقتل يرقات ذبابة الجبن *Pyophilla casei* وعادة تغلف فوهة البلاص بسعف النخيل ثم قطعة من القماش ثم يغلق البلاص جيداً وتصبح الظروف لاهوائية تقريباً، يحفظ البلاص فى مكان دافىء للتسوية التى تستغرق حوالى عام. وأثناء التسوية يتحول اللون إلى البنى ويصبح الطعم حاداً والملوحة واضحة.

التحليل الكيماوى للمش: الرطوبة ٥٥٪، الرماد ١٥٪، الملح ١٠٪، الدهن ٣٪، البروتين ١٧٪. أما الكربوايدرات فإنها تستهلك تماماً أثناء عملية التخمر.

(د. سمير أبو دنيا - كلية الزراعة - جامعة الأسكندرية)

الكشك Kishk

يعتبر الكشك من أقدم الألبان المتخمرة المخلوطة بالحبوب ولقد أخذت عنه أساسيات صناعة تلك النواتج المنتشرة بالعالم الآن. وينتشر الكشك فى جنوب مصر، الأردن، فلسطين، العراق، لبنان وسوريا، حيث يصنع أساساً بخلط لبن متخمر (لبن الزير فى مصر واللبنة فى باقى الدول العربية) مع حبوب القمح بعد غليها فى الماء والحصول عليه فيماشيبه البليلة فى مصر والبرغل فى باقى الدول العربية للحصول على مايشبه العجينة التى تشكل وتخفف مما يسمح بالإحتفاظ بالناتج لعدة أشهر دون فساد.

ويصنع الكشك فى مصر من حبوب القمح التى سبق غليها فى الماء ثم تجفيفها فى مكان مشمس لمدة أسبوع. ثم طحنها ونخلها للتخلص من الأجزاء الناعمة حيث توضع الأجزاء الخشنة فى وعاء فخارى وتبلل أولاً بماء مملح يلى ذلك إضافة لبن الزير الذى يحضر بتجميع لبن الخض الناتج من صناعة الزبد فى وعاء فخارى يطلق عليه إسم الزير للسماح بزيادة الحموضة للناتج المتخمر ويعجن الخليط ثم يغطى بقماش سميك يسمح بتدفئته لمدة ٢٤ ساعة حيث يتم تخمر الناتج بواسطة محتوى الكائنات الدقيقة للخليط ثم يشكل العجين بأشكال كروية أو بيضاوية وتترك لتجف فى الشمس لبضعة أيام أو فى فرن دافىء وينجم عن ذلك ناتج الكشك والذى يمكن حفظه على هذه الصورة لأكثر من عام. ويؤكل الكشك بنقعه فى الماء وخلطه باللبن والسكر أو مع مرق اللحم أو

الدواجن. وقد يستهلك بعد قلبه فى صورة كرويات (الصادق وآخرون، ١٩٥٨).

وقد ذكر عطية وخطاب (١٩٨٥) أن كل ١٠٠ جرام من الكشك المجفف يحتوى على: ١٥ جم بروتين، ٥٨ جم كربوهيدرات، ٩ جم ملح، ١١جم أملاح معدنية، ٩,٦ جم ماء بينما وجدوا أن معظم محتواه من الكائنات الدقيقة ينتمى إلى البكتريات التابعة للجنس باسيليس.

وقد قام أبو دنيا وعطية وخطاب وزينة الشناوى (١٩٨٨) بتصنيع ناتج محسن شبيه بالكشك بإستخدام نواتج متخمرة ببكتريا حامض اللاكتيك وخلطها بأنواع مختلفة من مسحوق الحبوب للحصول على ناتج مجفف يمكن إعادة ذوبانه وإستهلاكه لذوى الإحتياجات الغذائية الخاصة.

(د. على خطاب – كلية الزراعة – جامعة الأسكندرية)

الزبادى Zabady

يعتبر الزبادى هو اللبن المتخمر المصرى الواسع الإنتشار وهو ينتمى إلى مجموعة اليوغورت yoghurt ذات الشعبية الكبيرة والتى نشأت فى العالم القديم (أفريقيا – آسيا – أوروبا) وإنتقلت إلى العالم الجديد (الأمريكتين وأستراليا) وبالتالى فإنه يعتبر مهما قدرت أسمائه أكثر المنتجات اللبنية إنتشاراً على الإطلاق.

وفى مصر يعتبر الزبادى الجيد هو المصنع من لبن جاموس يليه اللبن البقرى أو خليط منهما معاً. ويعتقد أن كلمة زبادى مشتقة من كلمة زبد حيث أن قوام الزبادى السميك يجعله شبيهاً بالزبد. ويعتبر الزبادى لبن متخمر طازج متماسك fresh set fermented milk ويستخدم لإنتاجه بادئ بكتيريا حمض اللاكتيك العصوية والسبحية الثرموفيلية (المحبة للحرارة).

والطريقة الشائعة لصناعة الزبادى والمتبعة فى المنازل أو المحلات الصغيرة والتى تمثل أغلب إنتاج الزبادى فى مصر يمكن إيجازها فيمايلى: يسخن اللبن لتركيز المادة الصلبة وقتل مابه من كائنات دقيقة وذلك بالغليان فى حمام مائى لمدة لاتقل عن نصف ساعة، ثم يعقب ذلك التبريد المفاجئ إلى حوالى ٤٥°م تقريباً ثم التلقيح بالبادىء (بنسبة ٢-٣٪). ويتكون البادىء من:
Lactobacillus delbrueckii subsp. *bulgaricus* + *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus.*

ويخلط البادىء جيداً مع اللبن، ثم تتم التعبئة إما فى كراتين، أو سلاطين صينى، أو فخار مزجج من الداخل أو زجاج أو أكواب وتحضن الأوانى على ٤٥°م حتى تصل الحموضة إلى ٠,٨٥ - ٠,٩٠٪ ويتم ذلك بعد حوالى ثلاث ساعات، ينقل بعدها اللبن الزبادى إلى الثلاجة (٢-٤°م).

التحليل الكيماوى للزبادى: الرطوبة ٨٥٪، الرماد ١٪، الدهن ٦٪، اللاكتوز ٣,٥٪، البروتين ٤,٥٪.

اللبنة Labneh

اللبنة عبارة عن ناتج لبن متخمر كامل الدسم مركز، ولقد أدخلت صناعتها حديثاً فى السبعينيات من القرن العشرين نقلاً عن صناعة اللبنة فى دول الشام (سوريا ، لبنان، فلسطين).

والطريقة التقليدية لتحضير اللبنة هى تعبئة الخثرة المبردة للزبادى فى مرشح قماش على شكل عبوة

سعة ٢٥ كجم وتعلق بداخل الثلاجة لتصفية الشرش وذلك خلال ١٢ - ١٨ ساعة، وحديثاً أدخل تحوير على صناعة اللبنة بالتخلص من الشرش بالطرد المركزى وكذلك بإستخدام طريقة الترشيح الفائق ultrafiltration للبن المتخمر الطازج حتى يصل التركيز المطلوب للمادة الصلبة وهو عادة حوالى ٢٥٪.

التحليل الكيماوى للبنة: الرطوبة ٧٥٪، الرماد ١,٥٪، الملح ٠,٥٪ ، الدهن ١٠٪، اللاكتوز ٣٪، البروتين ١٠٪.

الجبن الراس Ras cheese

يعتبر الجبن الراس أكثر أصناف الجبن الجاف إنتشاراً وشعبية فى مصر والعالم العربى، ولقد سمى بهذا الإسم نظراً لتشابه قرص الجبن مع رأس الإنسان. وتستخدم عباره جبن الراس فى المجال العلمى لكن فى الأسواق يسمى الجبن الرومى على مستوى محافظات الجمهورية بينما يعرف بالجبن التركى على مستوى محافظة الأسكندرية.

ويعتقد أن هذا الصنف من الجبن إنتقلت طريقة صناعته من دول البلقان إبان النهضة الصناعية المصرية فى ١٨١٨ إلى مدينة دمياط ومنها إنتقلت صناعته إلى مختلف محافظات مصر.

وتتلخص طريقة صناعة الجبن الراس فى تسخين اللبن المعدل إلى ٣٪ دهن إلى درجة حرارة ٣٢°م ثم تضاف المنفحة بحيث يتم التجبن فى ٣٥ دقيقة، تقطع بعد ذلك الخثرة إلى قطع صغيرة وتقلب جيداً فى الشرش مع رفع الحرارة تدريجياً إلى ٤٢ - ٤٥°م بعد ذلك تترك ساكنة وترش بالملح بنسبة ١٪ ثم يصفى الشرش وتنقل إلى القوالب المبطنة بالشاش. توضع القوالب فى المكابس ٥-٦ ساعات بعدها يغير الشاش ويعاد الكبس عدة مرات. بعد ٢٤ ساعة تملح الجبن بالملح الجاف على السطح ويقلب الجبن ويملح السطح الآخر وهكذا وتستمر عملية التمليح شهرين بعدها ينظف الجبن بالغسيل فى محلول ملحى ويخفف ويرتب فى صفوف للتسوية.

ولقد أجريت الكثير من الدراسات لتطوير صناعة الجبن الراس مثل إستخدام لبن الماعز والغنم بالإضافة إلى لبن الجاموس والأبقار. كذلك أستخدمت الألبان المجففة وأستخدمت طريقة الترشيح الفائق للبن، وتحوير طرق التمليح المختلفة، وإستخدام معاملات حرارية مختلفة وتجنيس اللبن وإستخدام بادئات مختلفة ومتنوعة بهدف التسوية وإستخدام منافح للتجبن من مصادر حيوانية وكائنات دقيقة.

التركيب الكيماوى لجبن الراس ، الرطوبة ٣٧٪، الرماد ٣,٧٪، والملح ١,٦٪، الدهن ٣٢٪ والبروتين ٢٢٪.

جبن الكوخ Cottage cheese

هو جبن طرى يصنع عادة من اللبن الفرز وهو أمريكى المنشأ ولو أنه يصنع كثيراً فى العديد من دول العالم ويصنع هذا الجبن إما بالتجبن الحامضى بإستخدام بادىء الزبد أو التجبن الإنزيمى والحامضى معاً.

وتتلخص الطريقة الخاصة بصناعة هذا الصنف فى بسترة اللبن ثم تبريده إلى درجة حرارة ٢٢°م

وإضافة البادىء بنسبة تصل إلى ١٠٪ (فى حالة التجبن الحامضى)، أو ٣٢°م فتضاف المنفحة والقليل من البادىء (فى حالة التجبن الإنزيمى والحامضى) ويترك حتى يتجبن تماماً، ثم تقطع الخثرة بالسكاكين الأمريكية وتسمط الخثرة فى الشرش على درجة حرارة ٥٤°م مع التقليب المستمر ثم يصفى الشرش وتغسل الخثرة ويضاف لها القليل من الملح والقشدة وتحفظ فى الثلاجة على درجة ٢-٤°م وتستهلك عادة طازجة.

التحليل الكيماوى لجبن الكوخ: الرطوبة ٨٠٪، الدهن ٠,٥٪، البروتين ١٧٪، الملح ١٪، اللاكتوز ٢,٧٪.

الجبن الحالوم Halloum cheese

هو جبن نصف جاف، لايسوى، يصنع عادة من لبن الغنم أو اللبن الماعز أو خليط منهما. ويستخدم هذا الجبن بكثرة فى بلاد الشام (سوريا - لبنان - فلسطين) وكذلك تركيا واليونان. وتتلخص طريقة صناعة هذا الجبن بإضافة كمية من المنفحة إلى اللبن تسمح بالتجبن السريع خلال ٦-٨ دقائق، بعد ذلك يقطع مكعبات صغيرة ١ سم٣ لكل منها، ويترك عشرة دقائق وتسمط الخثرة فى الشرش على درجة ٤٠°م لمدة ٢٠ دقيقة، ثم تعبأ فى القوالب وتكبس لمدة ثلاثة ساعات بعدها تقطع الخثرة المكبوسة إلى قطع ١٠ × ١٥ × ٥سم وتنقل قطع الخثرة إلى شرش ساخن وتطبخ بالتسخين على حرارة ٩٠ - ٩٢°م لمدة ٣٠ دقيقة ثم يضاف الملح وقطع من النعناع الأخضر (الأوراق المقطعة). وفى اليوم التالى تلف فى أكياس بوليثلين أو تحفظ فى محلول ملحى.

التحليل الكيماوى للجبن الحالوم: الرطوبة ٤٢٪، الدهن ٢٨٪، البروتين ٢٣,٧١٪ ملح طعام ١,٥٪.

(د. سمير أبو دنيا - كلية الزراعة - جامعة الأسكندرية)

الملبن / لكوم

المقادير

(أقة) سكر روس، لتر ماء، ٥ ملاعق كبيرة مسحوق نشا، قطعة من ملح الليمون (حجم البندقة) ماء ورد، عين جمل مقشور أو فستق مقشور.

الطريقة

١- يذاب السكر فى الماء ويترك يغلى قليلاً ثم يضاف إليه ملح الليمون.

٢- يذاب النشا فى قليل من الماء البارد ويضاف إلى الخليط السابق ويقلب بإستمرار على نار هادئة جداً مدة طويلة (حوالى ٣ ساعات) ثم يزال من على النار.

٣- توضع المكسرات وماء الورد وتقلب فى صينية مرشوشة بمسحوق النشا والسكر الناعم. يترك ليجمد ثم يقطع حسب الطلب.

ملحوظة: إذا أريد حشو اللبن بالجوز يقطع قطعاً مستطيلة ثم يرش الجوز ويلصق الطرفان بسرعة جداً (وقد توضع دوبارة قبل القفل مباشرة إذا أريد).

(نظيرة نيقولا وبهية عثمان)

ليتشية lychee/litchi

ليتشية تتبع العائلة الصابونية Saponidaceae (soap tree) وهي تحتوى أكثر من ١٠٠٠ نوع و١٢٥ جنس وكثير من الأنواع تستخدم كبدائل للصابون ومصادر للأدوية والأخشاب ثم مشروبات ونُقل ولكن الفواكه ذات اللون الجذاب من تحت العائلة Sapindoideae ومن القبيلة Nephelieaetribe هي الأكثر أهمية إقتصادياً خاصة تلك المنتشرة في الشرق orient:

ليتشية		*Litchi chinensis*
لونجان	longan	*Dimocarpus longan*
رامبوتان	rambutan	*Nephelium lappaceum*
بولاسان	pulasan	*N. mutabile*

(الأسماء العربية للثلاثة الأخيرة مأخوذة من الأسماء الإنجليزية لعدم وجود أسماء عربية).

وصف الثمار

ثمار الليتشية صغيرة (٢,٤ - ٤,٠ سم في القطر) وتختلف في الشكل من مستديرة إلى بيضية إلى شكل القلب والجلد أحمر براق أو كامد أو أرجواني أو وردى أو به بقع صفراء والجلد له بروزات ويمكن أن يكون ناعماً أو محدداً أو يشبه الشعر أو حاداً. والجزء المأكلة من الثمرة يسمى بسباسة aril وهو نمو من سويقة البذرة. وهو أبيض شفاف وكل ثمرة تحتوى بذرة لونها لون أبي فروة بنية إلى بنية غامقة بيضية إلى مستطيلة ١,٠ - ٣,٣ سم في الطول و ٠,٦ - ١,٢سم في العرض. والفاكهة ذات البذور المجهضة قد تأتي بأسعار أحسن لأنها تحتوى على نسبة أعلا من اللب ومتوسط الوزن ١٦ - ٣٥ جم وإستعادة اللب ٥٠ - ٧٠٪.

ثمار اللونجان صغيرة (حوالي ١,٥ - ٣,٠ سم في القطر) كروية إلى مستديرة وأحياناً لها أكتاف مميزة وجلد الثمار رفيع جلدى ويتغير من أخضر-أصفر إلى أصفر بني والوريقة مسطحة واللب aril أبيض شفاف وأحياناً مع تلون وردى (بعد المعاملة) ويتراوح في القوام من عصيرى إلى قَصِف جداً والنكهة من لطيف bland إلى حلوة وعطرية ونادراً حمضية. والبذور بنية حمراء لامعة أو بنية غامقة إلى سوداء صغيرة مستديرة أو بيضية وتنفصل بسهولة من اللب ومتوسط الوزن ١٢ - ٢٢جم وإستعادة اللب ٥٠ - ٧٥٪.

الرامبوتان والبولاسان: ثمار الرامبوتان بيضية إلى أهليلجية ٣ - ٨ سم في الطول و ٢,٥ - ٥,٠ سم في العرض والجلد يتغير لونه من أخضر إلى وردى أو أحمر أو أصفر وله نموات مثل الشعر أو بروزات حتى ٢سم في الطول معنقدة الكثافة على السطح وتتغير في اللون ولكن عادة حمراء مع أطراف خضراء واللب/الجَفْت aril مبيض أو في لون الورد شفاف وعصيرى وحمضي وقد يكون حلواً والبذور ٢,٥ - ٣,٤سم في الطول و ١,٠ - ١,٥ سم في العرض ووزن الثمار ٢٠ - ٨٠جم وإستعادة اللب ٢٠ - ٥٨٪.

أما ثمار البولاسان فهي بيضية ٥-٩سم في الطول وتشبه الرامبوتان في الشكل العام ولكن الغلاف الثمرى أسمك عادة أحمر كامد مع أشواك قصيرة. ويلتصق الجَفْت/اللب إلى القصعة testa والنكهة والجودة جيدة وأفضل من الرامبوتان.

التكوين الكيماوى وإستخدام الثمار

التكوين الكيماوى يوجد فى الجدول (١). الليتشية تؤكل مباشرة أو تخزن مبردة أو تجفف أو تجمد أو تعلب وقد تخمر للإستخدام فى الطب الصينى أو لعمل نبيذ وقد تعمل جيلى وشربت sherbet وزبادى وجيلاتى وحلويات. واللونجان تؤكل طازجة أو مجففة أو مجمدة أو معلبة وقد تعامل من غير إضافة سكر نظراً لحلاوة العصير. والرامبوتان والبولاسان تنتمى للأكل الطازج وإن كان الرامبوتان يعلب.

جدول (١): تكوين الليتشية واللونجان والرامبوتان.

	بروتين	الدهن	كربوهيدرات	ألياف	كالسيوم	فوسفور	حديد	فيتامينات (مجم/كجم)			
	(جم/كجم)				(مجم/كجم)			ب$_{١}$	ب$_{٢}$	حمض نيكوتينيك	فيتامين ج
ليتشية	٩	١	١٣١	١	٧٠	٤١٠	١٣	١,١	٠,٤	٣	١٦٧٠
لونجان	١٠	٥	٢٥٢	٤	٢٠	٦٠	٣	٠,٤	٠,٧	٦	٨٠
رامبوتان	٩	١	١٤٥	١١	٣٠	٦٠	١٨	٠,٤	٠,٥	٦	٣١٠

البيانات على أساس الوزن الطازج.

الحصاد والتخزين

الليتشية غير الناضجة تَحْلُو قليلاً بعد الحصاد ولكنها لاتكون النكهة الكاملة والنضج يحكم عليه بالشكل ولون الجلد وقوام الجلد والنكهة لكل صنف. ودليل النضج هو نسبة بريكس : حمض ٣٥ على الأقل. وتفقد الثمار لونها الأحمر البراق بعد الحصاد إلى لون بنى إذا لم يمنع فقد الرطوبة. والمحاولات للمحافظة على الرطوبة ينتج عنها عفن. ولمنع الإثنين: اللون البنى والعفن فإنها تغمس فى أستراليا فى معلق بينوميل benomyl suspension (٠,٥ جم/لتر) على ٥٠°م لمدة ٢ق. ويمكن تبريدها إلى ٥°م فتعيش أسبوعين وعلى ٧°م لمدة ٣-٤ أسابيع لتجنب تحول الجلد إلى اللون البنى. وقد تعامل كما فى إسرائيل بالكبريت لمنع التحول البنى فتوضع الثمار فى وعاء مغلق ويحرق كبريت ٥٠ - ١٥٠ جم/م^{٣} من الهواء لمدة ٢٠-٣٠ ق. وثانى أكسيد الكبريت يختزل اللون إلى لون كريم وردى وهى بعد المعاملة بـ كب أ$_{٢}$ مباشرة تكون صفراء فاقعة ثم تتحول إلى أحمر برتقالى وهذه المعاملة تزيد من عمر التخزين وتثبط التحول للون البنى ويحد من الإحتياج إلى تعبئة ومناولة خاصة ولكن يوجد كبريت متبقى كما أن اللب يلطخ وهى لاتماثل اللون الأحمر البراق للثمار غير المعاملة.

وقد أظهر البحث فى إسرائيل وأستراليا أن فاكهة الليتشية يمكن أن تعاد إلى اللون الأحمر الكامل بغمس الفاكهة المعاملة بالكبريت فى حمض كلورودريك (ج$_{يد}$ ٠,٥). وعند معاملتها بهذه الطريقة فإن لون الجلد الأحمر يكون ثابتاً ولاتكون الثمار

معرضة للتلون البنى نتيجة فقد الرطوبة ولاتتأثر جودة الثمار عكسياً بهذه المعاملة.

أما اللونجان فهو لاينضج على الشجرة كالليتشية تماماً وقد يحلو قليلاً ولكن لايكون النكهة الكاملة. والنضج يتوقف على الصنف ويختلف فى شكل ولون الجلد والنكهة. وتقطع الثمار من عنقود الزهرة وتدرج للحجم وضرر الحشرات وجودة الجلد ثم توضع فى صوانى. والمرض يحد من التخزين ولكن بضبطه تحافظ الثمار على جودة الأكل لمدة ٥ أسابيع على ١٠°م ، ٩٠٪ رطوبة وإن حدث تلون بنى. وقيم التخزين على ٧,٥°م لمدة لاتزيد على ٣ أسابيع وعلى درجات حرارة أقل يحدث فقد فى جودة الأكل مع تكون نكهات غير مرغوبة وفوق ١٠°م فإن الأمراض تنتشر. والمعاملة بميتابيكبريتيت يحد من التلون البنى والأمراض لمدة ٤ أسابيع على ١٠°م وإن أثر على النكهة. وفى تايلاند تسوق على أفرع من سويقات الثمار ٢٢-٢٥كجم فى سلال من البامبو وتستهلك فى خلال ثلاثة أيام وقد توضع على ثلج لزيادة عمر الرف بضعة أيام وقد تبرد بالتبريد السائل (فى ماء بارد) لإزالة حرارة الحقل ثم تبرد. وفى تايلاند تعامل ببخار كب أ، لضبط التلون البنى والأمراض وإن أثر ذلك على لون اللب.

والرامبوتان والبولاسان يحدد نضجها بلون الجلد ومذاق الجِفْت/اللب aril والثمار ذات ٢٠°-٢٤° بريكس عادة مقبولة من حيث النكهة والعصيرية ويتغير لون الجلد من أصفر إلى برتقالى عند النضج. والثمار تتحمل ولكن يجب مناولتها بعناية لتجنب التجمع والسحق وتلف الثمار فى أوراق كلوريد عديد الفينيل أو ورق شمع لخفض فقد الرطوبة وبدون ذلك يجب أن تستهلك فى خلال ١-٢ يوم. وفقد الرطوبة والتلون البنى يمكن أن يقلل بالتخزين على درجة حرارة منخفضة ونسبة رطوبة عالية (٩٥٪) ودرجة حرارة مابين ٧,٥ و ١٢,٥°م لمدة ١١-١٤ يوماً. وضرر الحشرات والتلون البنى أكثر ملاحظة فى الثمار الصفراء عنها فى الحمراء والغمس فى بينوميل benomyl (٠,٥جم/لتر) يقلل من عفن التخزين حتى على ٢٦ - ٣٠°م وكذلك لبادة pad الميتابيكبريتيت تحافظ على اللون وتمد من عمر التخزين حتى ٢٥ يوماً ولاتؤثر على جودة الأكل وإن تغير لون اللب قليلاً وظهرت بقع بنية على الجلد.

ثمار أخرى

يوجد ثمار أخرى تتبع نفس العائلة منها الليمون البنزهير الأسبانى Spanish lime أو المامونسيللو mamoncillo (*Meliococcus bijugatus*) وتتكون الثمار فى عناقيد وهى مستديرة ٢-٤سم فى القطر والجلد الأخضر ناعم ورفيع لكن جلدى وقَصِف. واللب عصيرى أبيض أو كريم أو برتقالى خفيف وشفاف وعند النضج يصبح اللب حلوا حمضيا. والبذرة الوحيدة الموجودة تؤكل بعد التحميص. ووزن الثمار ٩-٣٠ جم وإستعادة اللب ٤٥ - ٦٠٪ وتستخدم فى الفطائر والمربى والمرملاد والجيلى وقد تغلى الثمار للعصير الذى يمكن أن يعلب.

وكذلك توجد *Pometia pinnata* وتعرف فى فيجى وساموا بإسم تـوأن taun و داوا dawa

وتحمل فى عناقيد ولها جلد ناعـــم وهى مستديـرة أو مستطيلة وحتى ٧ سم فى القطـر. ولـون الجلـد أحمر بـاهت أو أرجوانـى خفيـف أو أصفر كـامد. واللـب نصـف شـفاف أبيـض وعصـيرى. والبـذرة مستديرة وحتى ٢,٥ سم فى القطـــر وتزن الثمــرة ٤٥ - ٨٠جم.

كما يوجـــــد الأكـى akee (*Blighia sapida*) والجَفْـت/اللـب سـام حتـى يتعـرض للضـوء تمامـاً فيجب أن تتفتح الثمار وهـى علـى الشجرة. والثمار جلديـة فـى شـكل الكمـثرى ومفصصـة إلى ثلاثـة فصوص ٧-١٠ سم فى الطول. والجلد أصفر مع بقعة حمراء. وتتفتح لتعطى ثلاثة فصوص كريم فى اللون ولبية لامعة مع نكهة نقلية nutty وبـها ١-٣ بـذور صلبـة. واللـب يتصـل بـالداخل بأغشـية ورديـة أو حمـراء-برتقالية ويؤكـل اللـب طازجـاً أو يغلـى فـى مـاء مع سمك مملح أو يحمر فـى عجـين. وغطـاء البـذرة واللـــب غـير النـاضج بـه سـم قـــوى (هيبوجليسين أ hypoglycin A) ويجب ألا يؤكل لب/جفْت aril من الثمار غير الناضجة أو المتضررة أو الواقعة.

وكذلـك يوجـد الجوارنـا guarana أو كوبانــا cupana (*Puullinia cupana*) وهـى كـرم خشبى كبير أو عشب متسلق فـى الأمـازون حيـث تستخدم كمشروب. والثمار كبسولات ٢-٢,٥سم فـى القطر ولونها أحمر-برتقالى عند النضج وتظهر واحد أو إثنين ونادراً ثلاثة بـذور سـوداء - مخضـرة مغطاه بجَفْت/لب aril أبيض. والعنقـود العـادى حـوالى ٣٠سم فى الطـول وبه حـوالى ١١٥ ثمرة. وتحصـد البذور ويزال اللـب والجَفْت بالغسيل فـى الماء ثم تجفف البذور وتحمص وتزال من القشرة ثم تسحق الحبات kernels وتجفف مـرة أخـرى إلى مسحوق جاف دقيق. وهذا يترك لإمتصاص الرطوبة ثم يعمل منه كيك يخبز صلباً كـالآجر ولونه أسـود محمـر أو أسـود أرجوانـى. وهـذه هـى الجوارانـا وتحتـوى ٥٠جم/كجم كـافيين وتستخدم فـى عمـل مشـروب منبه مع مـذاق قابـض مر ورائحتـه مثل القـهوة خفيفاً. (Macrae)

لحم

meat اللحم

classification of meat species تقسيم أنواع اللحم

شعبة - *Chordata* (حبليات) (هيكل داخلى و حبل عصب أنبوبى ظهرى)

Phylum - *Chordata* (internal skeleton and dorsal tubular nerve cord)

تحت شعبة - *Vertebrate* (فقاريات) (عمود فقرى عظمى مقسم أو عمود فقارى)

Subphylum - *Vertebrata* (segmented bony backbone or vertebral column)

قسم - *Mammalia* (الثدييات) (شعر؛ غدد ثديية تفرز اللبن)

Class - *Mammalia* (hair; mammary glands secrete milk)

تحت قسم - *Theria* (مشيميات وحيوانات جرابية؛ حَلَمَات على غدد ثديية)

Subclass - *Thena* (marsupials and placentals; nipples on mammary glands)

تحت تحت قسم – *Eutheria* (جنين يتقدم/يتطور كلياً بواسطة المشيمة)

Infraclass - *Eutheria* (foetus develops entirely by means of placenta)

رتبة – *Artiodactyla* (ذوات الأصابع الزوجية) (ذوات حوافر ذات أصابع منبسطة)

Order - *Artiodactyla* (even-toed ungulates)

تحت رتبة – *Ruminantia* (المجترات) (معدة بثلاث أو أربع غرف؛ لاقواطع علوية)

Suborder - *Ruminantia* (stomach with three or four chambers; no upper incisors)

تحت تحت رتبة – *Pecora* (معدة ذات أربع غرف؛ مجترات حقيقية)

Infraorder - *Pecora* (stomach with four chambers; true ruminants)

فصيلة/عائلة – *Bovidae* (بقرية) (قرون جوفاء)

Family - *Bovidae* (hollow-horned)

جنس – *Bos* (ماشية)

Genus - *Bos* (cattle)

مجموعة – ثورى (شبيه بالثور)

Group - *Taurine* (of or like a bull)

نوع – *B taurus* (ماشية) و *B indicus* (ماشية ذات سنام)

Species - *B. taurus* (cattle)
B. indicus (humped cattle)

جنس – *Bison* (الثور الأمريكى)

Genus - *Bison*

مجموعة – *Bison* (الثور الأمريكى)

Group - *Bison*

جنس – *Ovis* (الضأن)

Genus - *Ovis* (sheep)

مجموعة – *O. aries* (مستأنسة) و *O. canadensis* (كبش الجبال الصخرية)

Group - *O. aries* (domestic)
O. canadensis (mountain, bighorn)

جنس – *Capra* (الماعز)

Genus - *Capra* (goats)

مجموعة – *C. hirius* (مستأنسة)

Group - *C. hirius* (domestic)

جنس – *Oreamnos montanus* (ماعز الجبل)

Genus - *Oreamnos montanus* (mountain goats)

فصيلة/عائلة – *Cervidae* (الأيل)

C elaphus (الرئة الأوروبى)

Family - *Cervidae* (deer)
C elaphus (European reindeer)
جنس – *Odocileus* (الأيل الأمريكى)
Genus - *Odocileus* (American deer)
مجموعة – *O. virginianus* (الأيل ذو الذيل الأبيض)
O hemionus (الأيل الأذانى وذو الذيل الأسود)
Group - *O. virginianus* (white-tailed deer)
O. hemionus (black-tailed and mule deer)
جنس – *Alce*
Genus - *Alce*
مجموعة – *A. americanus* (الملُوظ)
Group - *A. americanus* (moose)
جنس – *Rangifer* (رنّة أمريكا الشمالية والرنّة)
Genus - Rangifer (North American reindeer and caribou)
فصيلة/عائلة – *Antilocapridae* (شائك القرن)
Family - *Antilocapridae* (pronghorn)
جنس – *Antilocapra*
Genus - *Antilocapra*
تحت رتبة – *Suiformes* (قواطع علويه، ضروس مدببة؛ معدة بسيطة)
Suborder - *Suiformes* (upper incisors, pointed molars; simple stomach)
فصيلة/عائلة – *Suidae* (خنزير–حقيقى)
Family - *Suidae* (true-swine)
جنس – *Sus* – *Sus scrafa* (خنازير برية)
Genus - *Sus* - *Sus scrafa* (wild boars)
مجموعة – *S. domesticus* (خنزير مستأنس)
Group - *S. domesticus* (domesticated swine)
رتبة – *Perissodactyla* (ذوات حوافر مفردة الأصابع)
Order - *Perissodactyla* (odd-toed ungulates)
فصيلة/عائلة – *Equidae* (عائلة الحصان)
Family - *Equidae* (horse family)
جنس – *Equus* (عائلة الحصان)
Genus - *Equus* (horse family)
مجموعة – *E. caballus* (الجياد)
E. asinus (الحمير)
E. zebra (العَتّابى)

Group- *E. caballus* (horses)
E. asinus (asses)
E. zebra (zebras)

رتبة – *Rodentia* (قوارض)

Order - *Rodentia*

فصيلة/عائلة – *Leporidae* (الأرانب المستأنسة)

Family - *Leporidae* (domesticated rabbits)

قسم – *Aves* (ذات الريش)

Class - *Aves* (feathered)

تحت قسم – *Neornithes* (بـ/بدون أسنان)

Subclass - *Neornithes* (w/o teeth)

فوق رتبة – *Neognathae* (الطيور الطيارة)

Superorder - *Neognathae* (flying birds)

رتبة – *Galliformes* (طير)

Order - *Galliformes* (fowls)

فصيلة/عائلة – *Phasianidae* (بـ مهماز)

Family - *Phasianidae* (w/spurs)

جنس – *Gallus* (١– أمشاط. ٢– عرف الديك)

Genus - *Gallus* (combs)

نوع – *G. domesticus* (فراخ)

Species - *G. domesticus* (chickens)

جنس – *Phasianus colchicus torquatus* (التَدْرُج ذات الرقبة ذات الحلقات)

Genus - *Phasianus colchicus torquatus* (ring-necked pheasants)

جنس – *Bonasa umbellus* (الطَيْهُوج المُطَوَق)

Genus - *Bonasa umbellus* (ruffed grouse)

فصيلة/عائلة – *Numididae* (الغَرَايِر – الدُجاج الحبشى)

Family - *Numididae* (guineas)

فصيلة/عائلة – *Meleagridae* (بـ أعراف)

Family - *Meleagridae* (w/caruncles)

جنس – *Meleagris* (مناقير الندى)

Genus - *Meleagris* (dewbills)

نوع – *M. gallopavo* (ديوك رومى)

Species - *M. gallopavo* (turkeys)

رتبة – *Anseriformes* (مناقير معرضة)

Order - *Anseriformes* (broadened bills)

فصيلة/عائلة – *Anatidae* (أقدام ذات وَتَرَة)

Family - *Anatidae* (web feet)

جنس – *Anser*

Genus - *Anser*

نوع – *A. anser* (أوز)

Species - *A. anser* (geese)

جنس – Anas

Genus - *Anas*

نوع – *A. platyrhynchos* (بط)

Species - *A. platyrhynchos* (ducks)

فوق رتبة – *Palaeognathae* (طيور ماشية، عادة لاتطير)

Superorder - *Palaeognathae* (walking birds, usually flightless)

رتبة – *Struthioniformes*

Order - *Struthioniformes*

فصيلة/عائلة – *Struthio camelus* (النعامات)

Family - *Struthio camelus* (ostriches)

فوق قسم – *Pices* (زعانف مزدوجة، خياسيم، و جلد بحراشيف)

Superclass - *Pices* (paired fins, gills, and skin with scales)

قسم – *Osteichthyes* (أسماك عظمية)

Class - *Osteichthyes* (bony fishes)

يعرف اللحم بأنه "لحم" الحيوانات المستخدم فى الغذاء. وهذا يعود إلى عدة دست من الـ ٣٠٠٠ نوع من أنواع الثدييات ولكنها تُوَسَع ليدخل فيها أجهزة من الجسد مثل الكبد والكلوة والمخ والأنسجة الأخرى المأكلة. وجزء كبير من اللحم يأتى من الخنازير والماشية والخراف والحمل والماعز وكذلك الدواجن. ثم هناك اللحوم التى يأكلها أناس معينون بسبب الموقع الجغرافى. فالحصان والجاموس وسبع البحر seal والدب والكانجارو والحوت هى مما يأكلها البعض.

والماشية تأتى من إستئناس "Zebu" *Bos indicus* والخنزير من *Sus scrofa* فى أوروبا و *Sus vittatus* فى البلاد الأسيوية، والخراف من *Ovis aries* والماعز من *Capra aegagrus* ثم هناك أنواع أخرى ثم إستئناسها مثل الجمل واللاما والألباكا، والأرانب والرنّة reindeer وبعض القوارض.

تركيب الذبيحة وتكوينها
carcass structure & composition

نوع اللحم فى الذبيحة يتأثر بالذبيحة خاصة:

١ – الوزن. ٢– نسب الأنسجة الأساسية (العضل

والدهن والعظم). ٣- توزيع هذه الأنسجة خلال الذبيحة. ٤- سمك العضلة. ٥- التكوين الكيماوى. ٦- جودة اللحم.

الوزن weight: وزن وحجم الذبيحة له تأثير على كمية الأنسجة المختلفة ولكن أيضاً على حجم العضل المعروض بعد القطع وعلى المفاصل المحضرة منها وهذا مهم لإعطاء الحجم المناسب للمستهلك.

نسب الأنسجة proportion of tissues: بين الذبائح من نفس الوزن فإن النسبة المكونة لكل نسيج تختلف كثيراً تبعاً للسلالة breed ومعدل النمو. ونسبة اللحم الأحمر بدون دهن lean meat مهمة لأنها تحدد إتاء اللحم والقيمة التجارية. وأحسن الذبائح يجب أن يكون لها أقصى لحم أحمر (بدون دهن) وأمثل مستوى للدهن وأقل مستوى للعظم. واللحم من كل ذبيحة يتبع ماسبق ولكن بعد إزالة العظم قبل البيع.

توزيع الأنسجة distribution of tissues: توزيع الأنسجة خلال الذبيحة هام لأن هناك إختلافات كبيرة فى جودة وقيمة اللحم (فى البيع بالتجزئة) من المناطق المختلفة للذبيحة متأثرة إلى حد كبير بالطراوة وبنوع الطبيخ المطلوب. فمثلاً قطعة اللحم الفيليه/الحزة fillet (العضلة الخصرية psoas muscle) تساوى ثلاثة أمثال قطعة اللحم للغلى. كما أن توزيع الدهن بين الأجزاء المختلفة للذبيحة يختلف كثيراً وهو يؤثر على كفاءة إنتاج اللحم: فالدهن فى فجوة الجسم body cavity أو الدهن الزائد الذى يشذب أثناء إنتاج التجزئة له قيمة تجارية بسيطة إذا قورن بالدهن المباع مع قطعيات التجزئة. وموضع الدهن فى الذبيحة مهم أيضاً لأن الدهن تحت الجلد يمكن تشذيبه أسهل من الدهن بين العضلات، ولذا فإنه يفضل فى الذبائح المحتوية على الدهن. وبعض الدهن بين العضلات لايمكن تشذيبه من المفاصل خاصة ذبيحة الحمل بدون تشويهها mutilating. وتساوى توزيع الدهن مهم أيضاً لأن الإنتفاخات/النتوءات bulges من الدهن فى بعض المفاصل قد يؤدى إلى تشذيب زائد أو إنقاص للقيمة. أما الدهن داخل العضلة فهو مهم لأنه يضمن أن اللحم عصيرى وطرى juicy & tender.

سماكة العضلة muscle thickness: معظم الإختلافات بين الذبائح يمكن أن تعزى إلى الوزن ومحتوى الدهن. ويميل الموزعون بالتجزئة إلى تفضيل لحم ذى سماكة جيدة حيث أن هذا يتصل بالإتاء الأعلا للحوم المباعة وتحسن من مظهر المفاصل. وقد يكون هناك مزايا بالنسبة للطراوة والوزن المفقود فى التحضير وفى طبخ القطع وإن كان هذا غير واضح تجارياً.

التركيب الظاهرى للذبيحة والقطعيات المختلفة للحم carcass anatomical structure & different cuts of meat

تتكون الذبيحة من أنسجة صلبة وأخرى طرية فالعظام والغضاريف - إلى حد ما - تكون الأنسجة

الصلبة بينما العضل والدهن والأنسجة الضامة تكون الأنسجة الطرية.

وأكبر مكون للذبيحة العضل، فإذا لم تحسب الرأس فهناك ١٠٠ عضلة مختلفة يمكن أن تجمع بطرق مختلفة وبدرجات مختلفة في التفاصيل. وتوزيع العضلات له تأثير كبير على قطعيات اللحم الناتجة وتختلف طريقة التقطيع بين البلاد المختلفة فالبعض خاصة البلاد التي تتكلم الإنجليزية تقطع عبر العضلات across muscles بحيث أن المفاصل joints كما تباع تتكون من عضلات مختلطة تختلف كثيراً في جودة اللحم. وفي بعض البلاد كفرنسا وبلجيكا فالتقطيع التجاري مبني على الشكل الظاهري anatomically based فتشذب العضلات من الدهن وكثيراً ماتفصل كل واحدة منها مما يسمح للقطعيات أن تتكون من مجموعات عضلات أكثر تجانساً.

وفي العادة يباع العضل أو اللحم الأحمر - بدون دهن - مع بعض الدهن المتصل به. وهذا المخلوط من اللحم الأحمر والدهن يشار إليه بـ "اللحم الممكن بيعه saleable meat" أو "القطعيات مزالة العظم المشذبة trimmed deboned cuts". ولو أن في بعض الأنواع تبعاً للقطعية والبلد فإن اللحم الممكن بيعه قد يحتوي بعض العظم. فقطعيات اللحم في المملكة المتحدة تباع بعظمها وفي معظم البلاد المتقدمة فهناك ميل لبيع اللحم مزال العظم كقطعيات تجزئة محضرة أو بشكل معامل آخر.

ونسبة اللحم الأحمر إلى الدهن في اللحم المباع تتوقف على محتوى الدهن في الذبيحة التي أخذت منها القطعيات وعلى طبيعة القطعية وعلى تفضيل تجار التجزئة وزبائنهم. ويفضل الزبائن نسبة لحم أحمر/دهن عالية إذا ثُبِّتت العوامل الأخرى وإن كان هناك إختلافات كثيرة في محتوى الدهن الذي يختاره الجزارون وكمية الدهن الذي يشذبونه في تحضير قطعيات التجزئة. والدهن الذي يزال يتكلف غالياً في إنتاجه.

وفي البلاد الأقل تقدماً حيث إستهلاك اللحم منخفض كل أجزاء اللحم تعتبر من قيمة واحدة (خاصة بالنسبة للحم مزال العظم) ودرجة المعاملة هي نسبياً منخفضة وهناك تسامح أكبر للدهن.

(Macrae)

التركيب structure

التكوين الفريد للعضل يسمح له بالقيام بعدد من الوظائف الفسيولوجية وتعطي الخواص المميزة للحم.

التكوين composition: تكون الرطوبة ٦٨ - ٨٠٪ من وزن العضل ومعظمها داخل خلايا العضلة وتعمل كالوسط المائي (جبلة العضل sarcoplasm) وكمبرد ولنقل المغذيات والفضلات. والمركبات الذائبة في الماء والضرورية للحياه موزعة خلال جَبلة العضل sarcoplasm. وتساهم البروتينات بـ ١٥ - ٢٢٪ من وزن العضل وأنواع البروتين المختلفة والعديدة تزود العضلة بهيئتها العرجة. وبروتينات جبلة العضلة sarcoplasm ذائبة في الماء وبروتينات ليفة العضل myofibrillar تذوب في الملح وتساهم في

الماكينة الإنقباضية (الموجودة فى ليفة العضل) وبالعكس فبروتينات السدوبة stromal تخلق عنصر تركيبى ليفى داخل النسيج ونسبياً غير ذائبة. وهناك تقسيم يقسم البروتينات إلى منقبضة وتنظيمية وخلية هيكلية contractile, regulatory or cytoskeletal (الجدول ١).

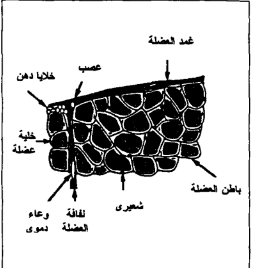
جدول (١): الكمية النسبية ومكان ووظيفة بروتينات العضل.

بروتين	بروتين ليفة العضل الكلى (٪)	المكان فى القسيم العضلى	الوظيفة الأساسية [أ]
بروتينات الإنقباض الأصلية			
ميوسين	٥٠	شريط أ فى الخيوط السميكة	الإنقباض
اكتين	٢٠	الخيوط الدقيقة	الإنقباض
بروتينات التنظيم			
ثرومبوميوسين	٣	الخيوط الدقيقة	ينظم الإنقباض
تروبونين (معقد)	٤,٥	الخيوط الدقيقة	ينظم الإنقباض
α-اكتينين	١	طبق ى	يربط الخيط الرفيع إلى خيط ى فى طبق ى
β-اكتينين	>٠,٠١	نهاية شريط أ فى الخيط الرفيع	ينظم طول الخيوط الدقيقة
γ-اكتينين	>٠,٠١	شريط رفيع	يثبط اكتين ز G-actin
هـ ش-اكتينين	٠,٣	طبق ى	البلمرة - يتفاعل مع الأكتين وα-اكتينين للمساهمة فى كثافة طبق ى
بروتينات خلية هيكلية cytoskeletal proteins			
تيتين (كونيكتين)	٥-٨	خلال القسيم العضلى	يحتفظ بالخيوط السميكة فى السجل الجانبى
خط ن.-بروتين (بنيولين)	٣	شريط I	يربط ويحتفظ بالتيتين فى السجل الجانبى
بروتين-ج	١,٥	خيط سميك	يربط جزيئات الميوسين فى الخيوط السميكة
ميوميسين (بروتين م)	٠,٥	خط م فى مركز شريط أ	يربط جزيئات الميوسين فى الخيوط السميكة
ديزمين [ب] (هيكليتين)	>٠,٢	طبق ى	يربط ليفة العضل مستعرضاً فى أطباق ى
فيلامين	٠,١	طبق ى	يربط ليفة العضل مستعرضاً فى أطباق ى
فيمنتين	٠,١	طبق ى	يربط أطباق ى عند الأطراف ؟
سينيمين symenin	٠,١	طبق ؟	يرتبط بالديزمين والفيمنتين ؟
بروتين س X-protein			
مكون ٥٥٠٠٠ دالتون	٠,٢	طبق ى	يربط خيوط طبق ى
بروتين I	٠,١	الخيط السميك (ماعدا المركز)	يثبط نشاط أ.ثلا.ف.أز (مغ+٢) للاكتوميوسين فى غياب كا+٢
أخرى			
بروتين ف F-protein	٠,١	الخيط السميك	يرتبط بالخيوط السميكة ولكن الارتباط يثبط ببروتين ج
كيناز الكرياتين	٠,١	خيط م	يرتبط ببروتين م

أ: بعض البروتينات المكونة لها عدة وظائف. علامات الإستفهام تبين أن الوظيفة غير معروفة تماماً.

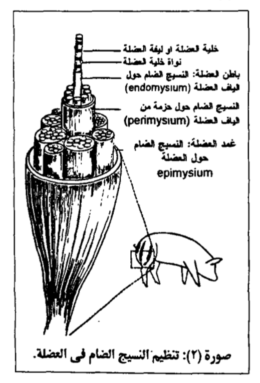
ب: ولو أن الديزمين يكون حوالى ٠,١٨٪ من البروتين الكلى فى العضلة الهيكلية، فهو يكون حتى حوالى ٥٪ فى قانصة الدجاج (عضل ناعم).

والدهون تكـون ٠,٥ - ٢٪ أو أكثر من الـوزن وهـى تختلف كثيراً وتوجـد داخـل أغشية الخلايا داخـل خلايـا الدهـن أو توجـد فـى جبلـة العضـل sarcoplasm لخلايا العضل وهى مصدر للطاقة العضلية الحية فـالدهون تساهم فـى نكهـة وقـوام اللحوم.



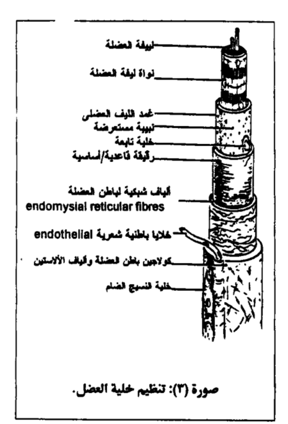
صورة (١): قطاع عرضى فى عضلة الهيكل. العضلة محاطة بطبقة كثيفة من نسيج ضام يسمى غمـد العضلة epimysium وطبقة نسيج ضام أرفع تسمى لفافة العضلة perimysium تحيط بمجموعات مـن أليـاف العضـل لتقسـمها إلى حـزم وخلايـا الدهـن والأعصـاب والأوعيـة الدمويـة توجـد فـى هـذه الطبقة. وكـل خلية عضل تُفْصَل عـن مايجاورهـا بغمـد نسـيج ضـام رفيـع يسـمى بـاطن العضلـة endomysium. ويوجد شعيرات بالقرب من كل خلية عضل. (Romans)

تركيب العضلـــة muscle structure: تتكـون العضلات كالأعضاء الأخرى من خلايا وهذه الخلايا تسمى ألياف العضلة myofibres وهذه نادراً ماتعبر طـول العضلة كلهـا ولكنـها مرتبطـة مـع بعضهـا بنسيج ضام (الصورة ٢). والنسيج الضـام يساعد على ترجمة الإنقباض على المستوى الخلـوى إلى حركـة العضلـة العامـة. وقـوام اللحـم يتـأثر إلى حـد معين بطبيعـة النسـيج الضـام. والنسـيج الضـام فـى الحيوانات الصغيرة أكثر عرضـة للذوبـان الخَضِل بالحرارة moist heat solubilization.



صورة (٢): تنظيم النسيج الضام فى العضلة.

وتُجَمَـع البروتينـات المنقبضـة contractils فـى خيـوط بروتـين طويلـة يخلـق ليفـة العضـل myofibrils (الصـورة ٣) وهـذه مـع جبلـة العضـل المائية تكون معظم حجم الخلية.



صورة (٣): تنظيم خلية العضل.

وعند الفحص تحت المجهر الضوئي فإن خلية العضل تظهر نظاماً مميزاً من شرائط غامقة وفاتحة متبادلة وهذه تعطى المصطلح عضل الهيكل المخطط striated skeletal muscle وتعرف الشرائط الغامقة بشرائط أ A-bands لأنها تمنع مرور الضوء anisotropic وتعرف الشرائط الفاتحة بأنها شرائط I-bands I لأنها متشابهة الخواص isotropic. وكل شريط يمثل الترتيب المنظم لبروتينات العضل المعينة. ومركز كل شريط I-band I يقسم إلى نصفين بخيط رفيع يسمى خيط ى Z-line. والعناصر التركيبية على طول لييفة العضلة myofibril محددة على كل جهة بخط ى Z-line يُعْرف أصغر وحده في الإنقباض وتسمى قسيم عضلى sarcomere (صورة ٤).

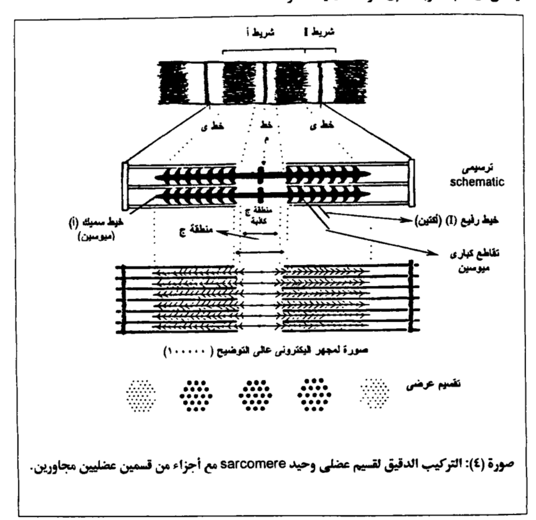
والقسيم العضلى يتكون من سلسلة من خيوط بروتين متراكبة overlapping وواحدة من الخيوط تسمى خيوط عضلية سميكة myofilaments توجد داخل الشريط أ A-band وتحتوى الميوسين كالبروتين السائد. كما توجد بروتينات أخرى هيكلية وتنظيمية في داخل التركيب بما فيها تلك التي تكون خط-م m-line الموجود في المركز. وهذا التركيب الأخير يخدم في المحافظة على التنظيم ذى الأبعاد الثلاثة alignment للخيوط العضلية السميكة.

والخيوط البروتينية الأخرى تسمى الخيوط العضلية myofilaments الرفيعة . والأكتين هو البروتين الأولى ولكن بروتينات أخرى مختلفة تساهم في التركيب والوظيفة. وهذه الخيوط العضلية ترتبط خلال سلسلة من خيوط ى Z-lines مما يساعد على المحافظة على العلاقة التركيبية مع بقية لييفه العضلية (الصورة ٤).

إنقباض العضلة muscle contraction

تحت الظروف المناسبة يرتبط الميوسين بالأكتين ويغير من هيئته (وبذا يغير من درجة التراكب overlap بين الخيوط العضلية) ويربط الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (أ.ثلا.ف ATP) ثم ينفصل. وهذه العملية الدائرية تُزحْلِق الخيوط العضلية الرفيعة نحو مركز الخيوط العضلية السميكة مما يولد الحركة. وكل لييفات العضل داخل الخلية العضلية تنقبض

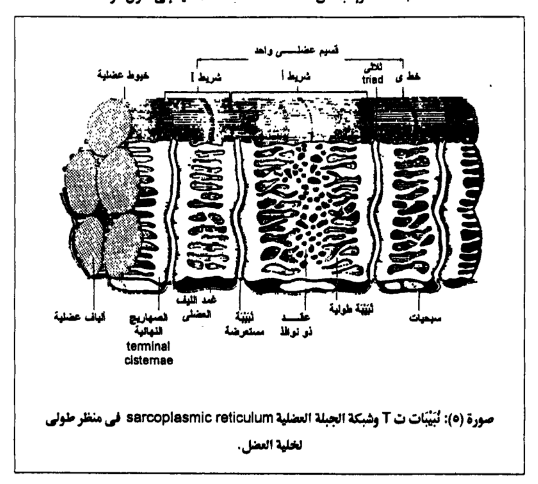
فى تناسق/إتفاق concert. وبتعديل عدد خلايا العضلة المجندة للإنقباض فإن قوة حركة معينة يمكن أن تضبط. وبذا فإن حركات دقيقة محركة وأخرى ذات قوة فيزيقية جديرة بالإعتبار يمكن أن تظهر بنفس العضلة.



صورة (٤): التركيب الدقيق لقسيم عضلي وحيد sarcomere مع أجزاء من قسمين عضليين مجاورين.

والإنقباض يتطلب طاقة فى شكل أ.ث.لا.ف ATP وكمية كافية من أيونات الكالسيوم داخل جبلة العضل sarcoplasm لتنبه العملية. والضبط يحدث خلال تمركز أيونات الكالسيوم. وعندما تكون عضلة فى راحة فإن أيونات الكالسيوم توجد فى شبكة بروتوبلازم الخلية العضلية sarcoplasmic reticulum وهو عُضَيّ organelle يكون كُماً حول كل ليفة عضلة (الصورة ٥) وهذه الأيونات تطلق فى جبلة العضل حيث تتفاعل مع بروتينات معينة منقبضة ومنظمة لإبتداء الإنقباض. والعملية تُوقَفْ عندما تخلب/ تنحى sequestered أيونات الكالسيوم مرة

أخرى فى شبكة بروتوبلازم الخلية العضلية sarcoplasmic reticulum. وإنقباض عضلة معاكسة/منافرة antagonist مطلوب لإعادة العضلة الأصلية إلى طول الراحة.



صورة (٥): نُبَيْبَات ت T وشبكة الجبلة العضلية sarcoplasmic reticulum فى منظر طولى لخلية العضل.

التغيرات أثناء المعاملة
changes during processing

يحدث تغيران أثناء الذبح والمعاملة يؤثران كثيراً على جودة اللحم: الأول يتكون من تشابك/كبارى مابين خيوط العضلات السميكة والرقيقة (الأكتين والميوسين). وهذه الإتصالات تسبب جسوء العضلات (تيبس رمى) وتقلل من طراوة اللحم. والقسيمات العضلية القصيرة sarcomeres لها عدد أكبر من روابط التيبس/الجسوء rigor ولحم أقل فى الطراوة. والثانى توليد حمض اللاكتيك داخل الخلايا كنتيجة لتغيرات بعد الموت فى الأيض وينتج عن ذلك إنخفاض رقم جـيد فى العضل أثناء الجسوء مما ينقص مقدرة الإحتفاظ بالماء ويؤثر على اللون.

التعتيق aging: ينتهى التيبس الرمى فى أنسجة العضلة عادة فى ٢-٣ أيام بعد الموت وتخزين اللحم بعد ذلك للحصول على طراوة أحسن ولتكوين العبير aroma يحتاج إلى أوقات مختلفة تبعاً لدرجة الحرارة. فلحم البقر يحتاج إلى ١٤ يوماً على درجة حرارة صفر مئوى، ٦ أيام على ٦-٨°م، ٤ أيام على ١٦-١٨°م ويحدث إرتفاع طفيف فى رقم جـ يد وتزداد مقدرة الإحتفاظ بالماء إلى حد ما. كما يقل فقد السائل من اللحم المعامل بالحرارة والنضج أو التعتيق ويصحبه تغيرات مورفولوجية تؤثر أساساً على الهيكل الخلوى cytoskeleton فيحدث عدم تنظيم فى خطوط ى Z وخيوط ز g تنعم وتتحلل ويفقد الإلتصاق بين اللييفات العضلية المتجاورة. ومعظم التغيرات التى تحدث بروتيولوتية فيضعف ربط α-أكتينين إلى خطوط ى Z وبالتالى تثبيت خيوط الاكتين أيضاً. وتَهَدُم الدسمين desmin يضعف تجمع الألياف العضلية فى منطقة خطوط ى Z أما البروتينات الذائبة مثل الفيبرونكتينات فيقل تركيزها بالتعتيق وتتحطم خيوط ز g والتى تتكون من كونيكتين connectin بروتيولوتيا. والبروتين المعروف بعامل جبلة العضل المنشط بالكالسيوم (calcium (CASF activated sarcoplasmic factor يهاجم مادة خط ى Z فعندما يطلق الكالسيوم من شبكة الجبلة الداخلية فإنه ينشط هذا الإنزيم الذى له رقم جـ يد أمثل حوالى ٧ ولكن نشاطه يظهر إبتداء من رقم جـ يد ٦. وهو فى الخلية يحطم الدسمين والكونكتين وبروتينات الخط م M وتروبونين ت T والتروبوميوسين ولكن ليس له تأثير على الميوسين والأكتين. والإنزيمات الليسوزومية تساهم أيضاً فى تحلل البروتين مثل كاتبسينات ب B، د D، ل L والتى تهاجم تروبونين ت T والأكتين وغيرها من البروتينات. (Belitz)

التغيرات فى نكهة اللحم أثناء التعتيق: يحدد نكهة اللحم عادة مكونان رئيسيان؛ فالنكهة اللحمية ترتبط بالبروتين بينما نكهة لحم البقر ترجع إلى الدهن. وأثناء التعتيق تتغير البروتينات لإعطاء النكهة المتخصصة للحم المعتق فتكسير البروتين والدهون يُنْتِج مركبات نكهة بما فيها الهيبوزانثين والزانثين وكبريتيد الأيدروجين والأمونيا والأسيتالدهايد والأسيتون.

والزانثين ينتج عن تكسر أ.ثلا.ف ATP ويساهم فى النكهة اللحمية. وتحويل أ.ثلا.ف ATP إلى أدينوسين ثنائى الفوسفات (أ.ثنا.ف ADP) يحدث خلال إبتداء وإستكمال الجسوء مع التحول التالى إلى هيبوزانثين والزانثين اللذين يحدثان فى التخزين.

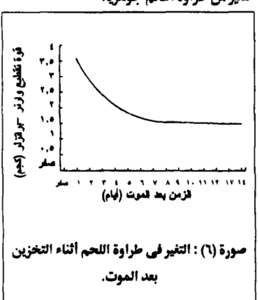
وتكوين الأحماض الدهنية يحدد نوع نكهة اللحم. والفوسفوليبيدات الموجودة داخل الأغشية تساهم فى النكهة وتَكَسُر الدهن أثناء التخزين يُنْتِج مركبات نكهة مثل الأسيتالدهايد والأسيتون. والتخزين الطويل قد ينتج عنه تزنخ تأكسدى فى الدهن وإنتاج مركبات نكهة غير مرغوبة. كما يمكن للكائنات الدقيقة أن تنتج نكهات غير مرغوبة أثناء التخزين الطويل خلال تغيرات تكسير فى البروتينات والدهون. وهذه التغيرات عادة ينتج عنها نقص فى إستساغة اللحم ولو أن بعض

المستهلكين يفضلون النكهات الناتجة عن التخزين الطويل.

التغير فى طراوة اللحم أثناء التعتيق: الطراوة تحدد أساساً بتركيب بروتينات اللحم. وبروتينات جبلة العضلة الذائبة فى الماء sarcoplasmic تساهم قليلاً فى تركيب العضل ولها تأثير صغير على الطراوة النهائية للحم. والبروتينات السَدوية stromal يمكن أن تؤثر على طراوة اللحم ولكن قليلاً من التغيرات يحدث فى هذا المكون أثناء عملية التخزين. أما التغيرات فتحدث إلى حد أكبر فى بروتينات اللييفة العضلية myofibrillar proteins. وعند إكتمال التيبس/الجسوء الرمى rigor mortis تكون طراوة اللحم عند أقل مقدار لها ثم تبتدىء فى الزيادة أثناء التعتيق (الصورة ٦). وتحدث أهم زيادة فى الطراوة أثناء الستة أيام الأولى بعد الموت مع زيادة صغيرة بعد ذلك. وتكسر بروتينات لييفة العضل أثناء التخزين يعتقد أنه يُسَبب زيادة الطراوة. (أنظر: جودة الأكل)

التغير فى تركيب العضل فائق الدقة
changes in muscle ultrastructure
معظم التغيرات المهمة فى التركيب فائق الدقة للحم أثناء التعتيق هى فقد الكثافة والتنظيم المستعرض transverse alignment لخطوط ى Z-lines ونقص فى سلامة integrity التركيب عند ملتقى شريط I-band I والخط ى Z-line. وهذه التغيرات يمكن رؤيتها فى الصورة المجهرية الأليكترونية وتحدث غالباً بسبب التحلل البروتينى. والبروتين الأساسى فى خط ى Z-line،

α-أكتينين لايحدث له تحلل بروتينى جوهرى أثناء التعتيق ولكن هذا البروتين يحدث له تغيير بطريقة ما تنقص من ثباته. والديزمين desmin وهو البروتين الذى يوصل خطوط ى Z-lines من لييفات العضل المجاورة ويحتفظ بالتنظيم المستعرض لخطوط ى Z-lines alignment يحدث له تغيير أيضاً مسبباً فقداً فى تنظيم خطوط ى Z-lines alignment. كما يتأثر الملتقى بين شريط I-band I وخط ى Z-line. ولو أن التغيرات فى التركيب فائق الدقة غير كبيرة فهناك تغيرات كافية لإحداث تغيير فى البروتينات لتُغير من طراوة اللحم جوهرياً.



صورة (٦) : التغير فى طراوة اللحم أثناء التخزين بعد الموت.

التحلل البروتينى أثناء التعتيق: زيادة النتروجين غير البروتينى وذوبان بروتينات لييفات العضل أثناء التعتيق مما يُثْبت التحلل البروتينى. كما أن إختفاء بعض بروتينات لييفات العضل وظهور منتجات تكسر البروتينات يُثْبت تكسر البروتينات فيختفى تروبونين

ت troponin T وتظهر منتجات تكسر بأجزاء لها حجم ٣٠ كيلـو دالتـون. كمـا يتحلـل الديزمـين desmin والنبيولين. والأجزاء قد تكون منتجـات تكسر هذه البروتينات أو الميوسين ولو أن معدلات إختفاء الميوسين وظهور الأجزاء يظهر أنها تُقلِل إلى أقل حد ممكن من هذا الإحتمال.

البروتيوزات المتعلقة بالتعتيق: توجد عدة بروتيوزات في أنسجة العضل يحتمل أن تساهم في عملية التعتيق. والبروتيوزات تختلف في الحجم، وأمثل جيد وكذلك المركبات المطلوبة لنشاطها (مثلاً الكالسيوم، أ.ث.ف ATP). وتعمل البروتيوزات في تحول بروتين العضل في الحيوان الحي ونشاطها الأمثل عند درجة الحرارة الفسيولوجية (٣٧°م). ومن هذه البروتيوزات يوجد مجموعتان تمت دراستهما بالتفصيل: البروتيوزات الليسوزومية lysosomal (كاتبسينات cathepsins) والكالبينات calpains.

البروتيوزات الليسوزومية lysosomal: توجد في كل الجسم في عضي organelle يسمى ليسوزوم وهذه البروتيوزات سميت إنزيمات المحافظة على المنزل house keeping enzymes بسبب إرتباطها بتحول البروتين في الحيوان الحي. وعدد كبير منها تم التعرف عليه: أربعة عادة ترتبط بالعضل (كاتبسينات ب B، د D، ح H، ل L). والمثبط سيستاتين cystatin يلعب دوراً في تنظمها في الحيوان الحي ويحتمل أيضاً أثناء عملية التعتيق. وهذه البروتيوزات صغيرة نسبياً (٢٣ - ٣٧ كيلو دالتون) ونشاطها تحت جيد الفسيولوجي بكثير (٤-٥) وهي كمجموعة يمكنها أن تكسر الأكتين والميوسين والـ α-اكتينين وتروبونين ت T والتروبونين troponin I I. وهذه التغيرات تشمل تلك التي ترى في العضلة بعد الموت كما أن بعضها لايرى أثناء التعتيق ويبدو أنها أكثر نشاطاً في التغيرات التي تحدث في تعتيق اللحم بعد الأربع وعشرين ساعة الأولى بعد الموت عندما يكون رقم جيد أقرب إلى رقم جيد الأمثل لها.

الكالبينات calpains: نظام بروتياز الكالبين أمثل نشاط له عند جيد متعادل يشمل بروتيازين: (كالبين م m-calpain، كالبين μ μ calpain) ومثبط متخصص: كالباستاتين calpastatin وكلها تتطلب الكالسيوم لنشاطها الأمثل وتوجد داخل خلية العضل فهي تعتبر بروتينات جبلة العضل. والكالبينات إرتبطت مع غمد الليف العضلي sarcolemma أو غشاء خلية خلية العضل. وهي مركزة حول خطوط ى Z-lines حيث يحدث كثير من التغيرات الهيكلية الأصلية. وتتميز الإنزيمات بإحتياجها للكالسيوم حيث يحتاج كالبين μ μ calpain تركيزات ميكروجزيئية وكالبين م يتطلب تركيزات ميللي جزيئي لنشاطها الأمثل. وهذه البروتيوزات أظهرت أنها تكسر الديزمين والنبيولين والتيتين والتروبوميوسين والتربونين ت T وتربونين I. وهذه التغيرات تشبه تلك التي تحدث في أثناء التعتيق.

الآلية الإنزيمية فى تعتيق لحم البقر: لاتوجد نظرية موحدة لآلية تعتيق اللحم ولكن يظهر أن كلا نظامى الإنزيمات يساهم فى التعتيق مع البروتيوزات المختلفة مؤثرة أكبر تأثير على التعتيق عندما يكون رقم جـ يد أقرب لرقمها الأمثل. والزيادات المبكرة (أثناء يوم ١) فى الطراوة أثناء التعتيق رُبطَت بنشاط الكالبينات بينما الزيادات التالية (من يوم ٢-٦) رُبطَت بنشاط الإنزيمات الليسوزومية (الصورة ٦)وهذا يقترح أن الكالبينات نشطة مبكراً بعد الموت وأن الإنزيمات الليسوزومية نشطة بعد وصول اللحم إلى نهاية ج يد وهى تقريباً ٥,٨. والتحلل البروتينى الراجع للكالبينات قد يحدث أثناء بدء الجسوء عندما تفقد العضلة مقدرتها على تَنْحية sequester الكالسيوم ويستمر خلال التعتيق بعد الموت ولكن بمعدل أقل.

(Macrae)

أنظر: بروتينات العضل

وهذه البروتينات غير ذائبة فى الماء أو المحاليل. وتُخلَق خلايا النسيج الضام كثيراً من مواد غير متبلرة مابين الخلايا مثل الكربوايدرات والليبيدات والبروتينات تدفن فيها ألياف الكولاجين.

الكولاجين collagen

يكون الكولاجين ٢٠-٢٥٪ من البروتينات الكلية فى الثدييات. وهو يحتوى نسباً عالية من الجليسين والبرولين (٢٢,٥ : ١٣,٠ جم/١٦جم ن بالتتابع) كما يوجد به أيدروكسى بروايـن ١٠,٥ جم/١٦جم ن، أيدروكسى ليسين ١,١ جم/١٦جم ن وذلك فى كولاجين جلد العجل. ويرتبط ببعض وحدات الأيدروكسى ليسين بعض الجلوكوز والجالاكتوز. وهناك عدة أنواع من الكولاجين تميز الأعضاء المختلفة وكذلك طبقات الأنسجة الضامة للأنسجة العضلية المختلفة. وسياق sequence أحد أنواع الكولاجين من نوع I وهو سلسلة α^{1} يوجد به الحمض الأمينى جليسين وهو دائماً الثالث ولايحدث الحياد عن هذا إلا فى نهايات السلسلة. والجدول (٢) يبين بعض أنواع الكولاجين.

جدول (٢): بعض أنواع الكولاجين.

النوع	سلسلة الببتيد[أ]	أين يوجد
I	α^{2} ، α^{1}	الجلد، العظام، غِمْد العضلة، الأوتار.
II	α^{1}	الغضاريف.
III	α^{1}	جلد الجنين، الجهاز القلبى الوعائى، الغشاء الزليلى، الأعضاء الداخلية، لفافة العضلة.
IV	α^{2} ، α^{1}	الأغشية القاعدية، كبسولة العدسات، الكبيبات، الغشاء المشيمى، الرئة، باطن العضلة
V	α أ، α ب، α ج،	الغشاء المشيمى، الجهاز القلبى الوعائى، الرئة، باطن العضلة، وكمكون ثانوى لكثير من الأنسجة.

أ: لما كانت سلاسل α لأنواع الكولاجين تختلف فقد سميت α^{1} ، α^{2} ... ألخ.

ونتيجة لتخصص الإنزيمات المؤدركسلة hydroxylating enzymes فى الفقريات فإن الأيدروكسى برولين hydroxyproline يوجد دائماً فى السياق/التتابع sequence قبل الجليسين.

والكولاجين يتكون من ثلاث سلاسل ببتيدية والتى يمكن أن تكون مختلفة أو متماثلة متوقفاً على النوع. وكل من السلاسل الثلاث له تركيب حلزونى helical structure وهى تكون معاً حلزوناً وخيوط/جدائل strands ثلاثية لها تركيب يتوافق مع عديد الجليسين II.

والوحدة الأساسية فى ألياف الكولاجين تسمى تروبوكولاجين tropocollagen وله وزن جزيئى ٣٠ كيلو دالتون تقريباً. وله طول ٢٨٠ نانومتر وقطر ١,٤ – ١,٥ نانومتر فهو من أطول البروتينات. وهى تنضم associate بطريقة معينة لتكون ألياف الكولاجين. وأثناء النضج أو زيادة السن aging تتقوى ألياف الكولاجين وتُثبت أولاً بواسطة تشابك تساهمى covalent. فالتشابك يضفى قوة ميكانيكية على ألياف الكولاجين. وتكون التشابك cross-link يشمل التفاعلات الآتية:

١- أكسدة إنزيمية لليسين والأيدروكسى ليسين إلى ألدهيدات أوميجا ω المقابلة.

٢- تحويل هذه الألدهيدات إلى الدولات aldols والديمينات aldimines.

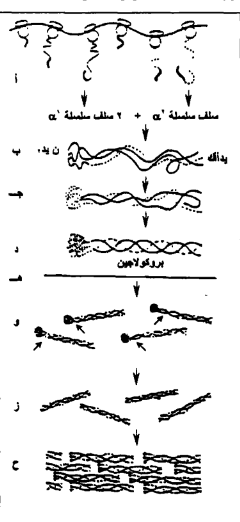
٣- تثبيت هذه المنتجات الأولية بواسطة تفاعلات أكسدة وإختزال إضافية.

وقد وجدت بيريدينولينات pyridinolines ربما تكونت من β-أمينوكيتونات وألدهيدات أوميجا ω من متبقى residue أيدروكسى ليسين. والدراسات على كولاجين عضل البقر أظهر أن محتوى البيريدينولينات يزيد مع سن الحيوان وهو مثل الحيوان يرتبط عكسياً مع الطراوة tenderness. وفى البقر المسمن تسميناً كثيفاً/مركزاً intensively كان محتوى البيريدينولينات أعلا من الحيوانات المسمنة تسميناً شاملاً extensively.

وفى حالة نوع I فإن تخليق الكولاجين الحيوى يشتمل على (صورة ٧، أ – ح) أولاً تخليق سلاسل: سلف $pro\ \alpha^1\ \alpha^1$ و سلف $pro\ \alpha^2\ \alpha^2$ والنهايات (النتروجينية) ن لهذه الأسلاف تحتوى حتى ٢٥٪ من سلاسل α^1، α^2 الممتدة (أ). ومباشرة بعد إطلاق السلاسل من عديد الريباسات polysomes تبتدىء أدركسلة hydroxylation البرولين والليسين. ويتبع ذلك إعادة تنظيم realignment للسلاسل فخيطان two strands لسلف $pro\ \alpha^1\ \alpha^1$ مع سلسلة من سلف $pro\ \alpha^2\ \alpha^2$ تتصل لتكون حلزوناً ذى ثلاثة خيوط (ب–د) triple-stranded helix. ويحدث تكون كبارى ثانى كبريتيد بين الخيوط فى هذا الطور من أجل تثبيت التركيب. وسلف الكولاجين pro-collagen المتكون يعبر غشاء الخلية التى تم تكوينه فيها (هـ) وتزال الببتيدات النهائية النتروجينية (ن N) بواسطة تحلل بروتينى محدود (و) ويتحول سلف الكولاجين إلى تروبوكولاجين (ز). وفى النهاية يتم تنظيم/صف التروبوكولاجين ليكون ألياف الكولاجين (ح). وفى هذا الطور يبتدىء نضج الكولاجين والذى يتوافق مع تقوية ألياف الكولاجين بواسطة تشابك على طول خيوط الببتيد. والنضج يبتدىء بأكسدة الليسين.

والكولاجين ينتفخ ولكنه لايذوب. والكولاجين المسيخ denatured والذى يتكون من بعد الموت بتأثير نشاط حمض اللاكتيك يمكن أن ينشق أيضاً

بواسطة إنزيمات ليسوزومية أما الكولاجين المسيخ حرارياً فيهاجمه البيسين والتربسين.



صورة (٧): التخليق الحيوى للكولاجين: أ: عديد الريباسات، ب: أدركسلة، ج: إستقامة السلسلة، د: تكوين رابطة ثنائى كبريتيد، هـ: غشاء الخلية، و: عبور الغشاء، ز: حلمأة محدودة إلى تروبوكولاجين، ح: تكون ليف الكولاجين، التشابك.

ومن خصائص ليف الكولاجين السليم أنه ينكمش عندما يسخن (بالطبخ أو التحميص) ودرجة حرارة الإنكماش Tس و T تختلف من نوع لآخر. ففى كولاجين السمك هى ٤٥°م وفى الثدييات هى ٦٠-٦٥°م. وإذا رفعت درجة حرارة الكولاجين الطبيعى أو السليم إلى درجة حرارة أعلا من Tس فإن الحلزون ذى الخيوط الثلاثة ينهدم إلى حد كبير ويتوقف ذلك على التشابك. والتركيب الممزق يوجد على هيئة حلزونات عشوائية تذوب فى الماء وهو مايسمى جيلاتين. ويتوقف على تركيز محلول الجيلاتين وتدرج درجات الحرارة فإن تحولا إلى تركيبات منظمة يحدث أثناء التبريد. ففى تركيز منخفض يحدث طى خلفى داخل الجزيئات intramolecular back-pleating تفضيلياً مع الخيوط الأحادية. وفى تركيزات أعلا ومعدلات بطيئة للتبريد يعاد بناء التركيب والذى يشبه التركيب الطبيعى الأصلى. وعند تركيزات أعلا مع تبريد سريع يحصل على تركيبات تتبادل فيها الأجزاء الحلزونية مع الأجزاء الحلزونية العشوائية للخيط. وكل هذه التركيبات يمكنها تثبيت كمية كبيرة من المياه وتكون جلات الجلاتين وهذا مايحدث أثناء الطبخ وشى اللحم. ومدى الجلتنة يتأثر بتشابك الجيلاتين والذى يحدده سن الحيوان وكمية الحرارة (درجة الحرارة والزمن والضغط).

الإلاستين elastin

هذا البروتين الذى يوجد بكميات أقل مع الكولاجين لاينتفخ وثابت جداً ويكون خيوطاً

مطاطية. فله خصائص مثل المطاط فيمكن أن يمط stretch ويعود مرة ثانية إلى الطول أو الشكل الأصلي. ويوجد منه كميات كبيرة في الأربطة وجدران أوعية الدم والأربطة الموجودة في عنق الحيوانات الراعية غنية جداً فيه. ويتحملا الإلاستين بالإلاستيز وهو سيرين بروتيناز يفرزه البنكرياس. (Belitz)

جودة الأكل eating quality

جودة اللحم يمكن وصفها بعدد من الخواص الفيزيقية مثل القوام واللون والمائية wateriness والنكهة. وعادة تقدر بطرق غير موضوعية بواحد أو أكثر من حواس الإنسان من النظر sight والرائحة واللمس ولكن قد تم التوصل لطرق ميكانيكية تتصل بواحد أو أكثر من الخواص الحسية.

الطراوة tenderness: ربما كانت الطراوة أهم خاصية أكل بالنسبة للحم. وهي - الطراوة أو الجَشَب toughness - إحساس إنساني يحكم عليه بمكونات كثيرة تشمل تكسر وتجزئة اللحم أثناء المضغ. وقد كانت هناك محاولات لوصف إختلافات الطراوة في اللحم بمصطلحات مثل سهولة التجزئة في الفم والمقاومة لضغط الأسنان والجريشية mealiness ومطاطية المنتج في الفم وكمية المتبقي من منتج اللحم بعد المضغ. والقياسات بالأجهزة أُوجِدَت لتقدير الطراوة بقياس قمة قوة القطع shear forces وسهولة الإنضغاط ومقاومة/القابلية للمط والمطاطية.

وفي أبسط الصور يتكون اللحم من نظامين بروتينيين: بروتينات الأنسجة الصناعية داخل العضل وبروتينات لييفات العضل mypfibrillar. والنسيج الضام يحفظ خلايا العضل مع بعضها ويربطها بالهيكل بينما تركيب لييفات العضل myofibrillar مسئول عن إنقباض العضل.

وهذا التبسيط في تركيب اللحم يساعد في شرح الفروق في طراوة اللحم. فبروتينات النسيج العضلي وبروتينات النسيج المنقبض contractile (myofibrillar) وجد أنها تساهم في الطراوة ونسبة مساهمة اللييفات العضلية والنسيج الضام في الطراوة تم دراستها.

النسيج الضام: بروتينات النسيج الضام هما الكولاجين والإلاستين. والكولاجين يوجد بكميات أكبر كثيراً عن الإلاستين والكولاجين يمكن أن يكسر بعملية التسخين والرطوبة أثناء الطبخ بينما الإلاستين لايذوب بنفس العملية. وترجع إختلافات الطراوة للكولاجين من إستخدام العضلة وعمر الحيوان ونوعه species أو الجنس فكميات كبيرة من الكولاجين في العضل تساهم في زيادة جَشَب اللحم وهي متصلة بوظيفة اللحم. فالعضل الذي يتطلب قوة مثل العضلة ذات الرأسين biceps femoris في الأرجل الخلفية يتطلب دعم أكثر وتطور النسيج الضام. فهذه العضلات أقل طراوة عن عضلات تستخدم في الهيكل مثل العضلات الطويلة longissimus muscles التي تحتوي كميات أقل من الكولاجين.

بروتينات لييفات العضل myofibrillar proteins: وهذه تكون وحدة الإنقباض (قسيم عضلي

sacromere) في العضل وهي تتكون من خيوط سميكة أساساً البروتين ميوسين وهي معشقة interdigitated مع خيوط رفيعة أساساً البروتين أكتين. وتحفظ الخيوط الرفيعة بتركيبات رابطة مستعرضة تسمى خيوط ى Z-lines وزيادة درجة التعشيق interdigitation للأكتين بين الميوسين يشد خيوط ى Z-lines أقرب لبعضها مسبباً أن القسيم العضلى يقصر. وهذا إذا حدث قبل بدء الجسوء فإنه يؤثر على طراوة اللحم فالعضلات المعرضة لدرجة حرارة باردة قبل بدء الجسوء تنقبض contract وتبقى كذلك مع بدء الجسوء. وهذا القصر في العضل يرتبط مع زيادة جَشَب اللحم toughness، والعملية توصف بأنها تقصير بارد cold shortening. وعموماً فإن العضل الذى يدخل الجسوء في حالة مط stretched يكون له قسيم عضلى طويل ويكون أكثر طراوة عن العضل الذى قصر قبل بدء الجسوء. فزيادة درجة التعشيق interdigitation للأكتين والميوسين تساهم في نقصان الطراوة.

واللحم يصبح أكثر طراوة بعد فترة بعد الموت عندما يحفظ على درجات حرارة باردة. وتسمى العملية تعتيق أو تهيئة conditioning وزيادة الطراوة يتسبب أكثرها عن التحلل البروتينى لليفات العضلية. ويحدث التكسر أساساً عند خط ى Z-line مما يسبب تكسراً في التركيب المنقبض، مما ينتج عنه زيادة في الطراوة. ويدخل في العملية كثير من الإنزيمات في الخلية من فإنزيمات الكاتيبسينات cathepsins والبروتيوز الذى ينشطة الكالسيوم.

اللون color

أنظر: ميوجلوبين

القدرة على الإحتفاظ بالماء water holding capacity: يحتوى اللحم عند الذبح حوالى ٧٥٪ ماء. وكمية الماء يمكن أن تتغير في اللحم كنتيجة للبخر وفقد القَطْر وفقد الطبيخ أو إضافة الماء أثناء المعاملة. فالتبخير وفقده يمكن أن يحدث من سطح اللحم وهذا يؤدى إلى فقد في الوزن وتغير في مظهر السطح. أما فقد القَطْر فهو الماء الذى يفقد من سطح قِطَع اللحم ويتجمع كمحلول مائى أحمر وهذا الفقد أقل مايمكن في الذبيحة ولكنه يزيد مع تقطيع اللحم إلى قطع أصغر. والتجميد والتيع يزيدان من فقد القَطْر وقد يحدث فقد كبير من اللحم الباهت pale والناعم soft والمُتَحَلِب PSE exudative. وفقد الطبخ يحدث أثناء الطبخ كثيراً فينقص الوزن ويحدث تغير في الطراوة. كما يحدث أخذ الماء أثناء المعاملة ويتراوح ذلك مابين صفر - ٤٠٪ من وزن المُنْتَج. ويستخدم الماء لزيادة وزن المنتج وتقليل التكاليف وتحسين خواص الأكل للحم.

والماء في اللحم يرتبط أساساً ببروتينات الليفات العضلية myofibrillar فيوجد حولها ويشغل ٧٠ - ٨٠٪ من المساحة في الخلية. ويحتفظ به في هذا المكان بعدة قوى تفاعل مع بروتينات الليفات العضلية. وكمية صغيرة من الماء (< ٠,١٪) توجد في بروتين الجزىء ويرمز له بالماء المرتبط، والجزء الثانى (٥ - ١٥ ٪) له تحرك محدود على سطح البروتين ويرمز له بالماء

البيسطحى interfacial water وباقى الماء حر فى الحركة بمعنى أنه غير مرتبط بالبروتين. والماء فى المسافات بين الخلايا extracellular (حوالى ١٠٪) هو أيضاً حر الحركة.

وتعزى التغيرات فى القدرة على الإحتفاظ بالماء إلى تغيرات فى الليفات العضلية. وهذا التحديد لحركة المياه immobilization يظهر أنه متعلق بترتيبات فراغية spatial arrangements فزيادة إنتفاخ بروتينات الليفات العضلية أو الترتيبات الفراغية spatial للخيوط يسمح بأن ماء أكثر يصبح مثبتاً وبذا يزيد مقدرة الإحتفاظ بالماء.

كما تزداد مقدرة الإحتفاظ بالماء بزيادة رقم جهـ أعلا من نقطة التكاهر isoelectric point للميوسين وبإضافة ملح (ص كل)، ويتأين dissociation الأكتين والميوسين (قبل الجسوء بواسطة إنزيم أدينوسين ثلاثى الفوسفاتيز أو بإضافة الفوسفات) أو بواسطة شق خطوط ى Z-lines أثناء تهيئة أو تعتيق اللحم.

والجاذبية بين الجزيئات تسبب التوتر/التضييق tightening فى التركيب وتقلل من مقدرة العضلة على الإحتفاظ بالماء. ومن أمثلة ذلك خفض رقم جهـ إلى نقطة التكاهر وإضافة ملح على رقم جهـ أقل من نقطة التكاهر وارتباط الخيوط السميكة والرفيعة أثناء الجسوء، وتجلط البروتينات أثناء الطبخ أو أثناء ظروف مابعد الموت مثل الباهت والناعم والمُتَحَلِب exudative وإنقباض العضلة على درجة الحرارة المنخفضة.

النكهة flavor: النكهة هى أحد عوامل الجودة المعقدة فالإحساس بالنكهة نفسها معقد ويشمل الرائحة والمذاق والقوام ودرجة الحرارة ورقم جهـ ولو أن كثيراً من مكونات النكهة قد تم التعرف عليها إلا أن نكهة اللحم لازالت أساساً تعرف بهيئة المذاق taste panel.

واللحم الطازج له رائحة تُذكِر بحمض اللاكتيك التجارى ونكهة تشبه السيرم. وهى أقرب إلى اللطيفة bland بينما عبير نكهة اللحم المطبوخ أكثر ظهوراً وعندما يسخن اللحم فى عملية الطبخ تحدث عدة تفاعلات تُنْتِج مركبات النكهة الطيارة. ومركبات اللحم المطبوخ التى يعتقد أنها تساهم فى النكهة تشمل مركبات حلقية وأيدروكربونات وألدهيدات وكيتونات وكحولات وأحماض وإسترات وايثيرات ولاكتونات ومواد أروماتية ومركبات تحتوى الكبريت ومركبات تحتوى النتروجين وهى تُنْتِج من تفاعل الأسلاف الموجودة فى اللحم.

وأسلاف النكهة فى اللحم تشمل البروتينات والأحماض الأمينية والكربوايدرات وحمض اللاكتيك والدهون والمركبات الأخرى غير البروتينية المحتوية على نتروجين. والبروتينات والأحماض الأمينية تخدم كمصدر للأمونيا الحرة والكبريت عند التسخين. والكربوايدرات تتكسر بسهولة أثناء التسخين مكونة مركبات تتفاعل بسهولة مع المكونات الأخرى لتشكل مركبات طيارة. وحمض اللاكتيك يؤثر على جهـ العضل وبالتالى يؤثر على أنواع التفاعلات التى تحدث أثناء التسخين. والدهون يمكن أن يحدث لها أكسدة

ذاتية حرارية لإنتاج عدداً من المركبات الطيارة بجانب أن نواتج تكسير هذه المركبات يمكن أن يحدث لها تفاعلات أخرى لإنتاج مخاليط طيارة معقدة، والتى تمثل النكهة والعبير فى اللحم. وتفاعل مايارد maillard يحدث بين السكريات المختزلة والأحماض الأمينية أساساً وهو يحدث أيضاً بين الأمينات والببتيدات والأحماض الأمينية والبروتينات مع السكريات المختزلة ليكون منتجات كربونيل-أمينو والتى يمكن أن تحول إلى جليكوزيلامين glycosylamine. وخلال طرق تشمل إعادة ترتيب وتكسير يمكن أن يتكون عدد من المركبات الطيارة والتى تساهم فى نكهة وعبير اللحم. فربما أن السكريات المختزلة والأحماض الأمينية تساهم كثيراً فى نكهة اللحم.

وكمية ونوع السلف تؤثر على النكهة النهائية للحم. فمثلاً الأسلاف الأساسية توجد فى كل الأنواع ولكن هناك إختلافات فى بروفيل الأحماض الدهنية لكل نوع فمثلاً المستخلصات المائية لكل من لحم البقر والحمل والخنزير لها عبير مماثل بينما نكهة النوع الخاصة وعبيرها توجد فى الدهن.

وغذاء الحيوان وعمره وإختلافات العضلات ورقم ج‍يد النهائى والتعتيق قد تؤثر أيضاً على الأسلاف المتاحة، بجانب أن التكسير الإنزيمى لبروتينات العضل والأكسدة الذائبة للدهون أثناء التعتيق بعد الموت تعطى أيضاً أسلاف مختلفة لتكون النكهة.

وبعض المركبات تساهم فى النكهات غير المرغوبة وكثير منها يتكون من إمتصاص النكهات أثناء التخزين أو نكهات ناتجة عن طعام أكلة الحيوان أو نكهات من هرمونات الجنس كما فى الخنزير (رائحة/لطخة الخنزير bear odor).

والنكهة المسخنة warmed-over flavor والتزنخ التأكسدى هى نكهات غير مرغوبة ناتجة عن أكسدة الدهون. فالأولى تنتج عن التخزين بالتبريد للحوم المطبوخة وتتسبب عن الأكسدة الذاتية للأحماض غير المشبعة. ويحدث التزنخ التأكسدى أثناء تخزين اللحم الطازج تحت التبريد أو التجميد. والفوسفوليبيدات يبدو أنها المساهم الرئيسى خاصة فى لحم البقر والحمل. والأكسدة الذاتية للأحماض الدهنية تؤدى إلى مركبات مختلفة عديدة أساساً كربونيلات والتى تعطى الرائحة غير المرغوبة للحم.

صفات أخرى other attributes: تتأثر عصيرية اللحم بإرتباط بين الماء والدهن فى اللحم. ومقدرة الإحتفاظ بالماء تؤثر على العصيرية. ولكن يظهر أن الدهون مابين العضل تلعب دوراً أيضاً. والدهون المنصهرة وفى إرتباط مع الماء فى اللحم المطبوخ قد تنشط إنسياب اللعاب أثناء المضغ وتحسن الإحساس بالعصيرية. وقوام سطح خشن قد يكون ذو علاقة بنسيج ضام أكثر مع نقص فى طراوة اللحم. (Macrae)

علم الصحة hygiene

طلبات المستهلك

demands of the consumer

يتطلب المستهلك ويستحق النقاط الآتية:

١- لحم حر من كل الأمراض الحيوانية zoonotic البكتيرية والفيروسية مثل السل

والسالمونيلا والليسترية listeriosis والـ yersiniosis والـ campylobacteriosis والجيارديات giardiasis والـ vibriosis وداء العصيات القولونية colibacillosis والتسمم البوتشيليني botulism والطيرية ornithosis ... ألخ. وكذلك خالٍ من الأمراض الطفيلية مثل داء الكيسات المُذَنَّبة cysticercosis والقطار الشعرى trichinosis وداء الكُبيسات المائية hydatidosis.

٢- لحم خالٍ من متبقيات الأدوية والهرمونات والمضادات الحيوية والمعادن الثقيلة والمبيدات والمهدئات.

٣- لحم منتج بطريقة صحية من حيوانات عوملت بطريقة إنسانية.

٤- لحم صحى wholesome مستساغ النكهة والطراوة، ومن الطبيعة والمادة والجودة المطلوبة. (Macrae)

٥- ألا يكون مما " حرمت عليكم الميتة والدم ولحم الخنزير وما أهل لغير الله به والمخنقة والموقوذة والمتردية والنطيحة وما أكل السبع إلا ماذكيتم وما ذبح على النصب وأن تستقسموا بالأزلام" (٥ المائدة، آية ٣)

(أنظر: أكل من أ-٩٨ إلى أ-١٠٣) (المحرر)

فحص اللحم بكفاءة

efficient meat inspection

من أجل تحقيق ماجاء فى ١-٤ لابد من ثلاثة إستقصاءات investigations:

١- إختبار قبل الموت (ق.م AM) للحيوان الحى أو الطير مع علاقته بتربيته husbandry السابقة.

٢- إختبار بعد الموت (ب.م PM) للذبيحة وأمعاءها viscera.

٣- إختبارات للكائنات الدقيقة والأمراض وإختبارات كيماوية عند تطلبها.

ولو أن أى من هذه المتطلبات الأساسية حذفت أو أجريت على مستوى أقل من الأمثل فإن كفاءة فحص اللحوم يمكن أن يقال أنها ناقصة وأن المستهلك فى وضع خطر. ولو أن الفحص بعد الموت (ب.م PM) مطلوب لمنع الأمراض فإن فحص اللحم الحديث يجب أن يهتم بالعوامل غير الملموسة non-tangible من سالمونيلا *Salmonella* وليستريا *Listeria* وكامبيلوباكتر *Campylobacter* ...الخ. وهى متصلة بالأمراض العامة المحمولة بالغذاء للإنسان. والأهمية الحيوية للطرق المعملية يظهرها تشخيص إعتلال دماغى/مخى إسفنجى الشكل بقرى (BSE) bovine spongiform encephalopathy (جنون البقر cow madness) وأول ماعرف فى إنجلترا ١٩٨٦ وهو بسبب طول مدة الحضانة يؤثر فقط على البقر bovines البالغ وله مدى طويل من أعراض عصبية وسلوكية وهو لابد invariably مميت. والتشخيص يمكن أن يعمل بإظهار تغيرات تشبه الإسفنج spongiform ووجود ليفة مرتبطة بالدماغ الحموى الإسفنجى scrapie-associated fibrils (SAF) فى أنسجة المخ المثبتة وذلك بواسطة المجهر الضوئى.

وهناك حالات فى الفحص بعد الموت تظهر لاشىء أو على الأكثر آفات lesions صغيرة يسهل عدم الإنتباه لها ومن بين هذه الكزاز tetanus والأمراض العصبية مثل الليسترية listeriosis واعتلال دماغى/مخى إسفنجى الشكل بقرى BSE ومرض أوجيسكى Aujerszky's والكلب rabies وكثير من الظروف غير بادية الأعراض clinical. والبقر bovine الذى يظهر فقط فقداً بسيطاً فى الحالة مع إسهال بسيط قد يكون من السالمونيلا ولكن فى غياب وجود شىء جوهرى بعد الموت فقد يمرر على أنه مناسب للإستهلاك الآدمى بجانب إنه يلوث اللحوم الأخرى وكذلك الأشخاص العاملين.

وهناك إحتياطات provisions عامة تتعلق بوقت الفحص يوم الوصول للمجزر مع إعادة الفحص إذا مكثت طول الليل؛ التسهيلات المعطاه؛ الإحتياج والإلتزام بقواعد صالح welfare الحيوان؛ الراحة لمدة ٢٤ ساعة للحيوانات المتعبة والقلقة؛ منع ذبح الحيوانات التى تكون لحومها غالباً غير مناسبة. وفحص بعد الموت مفصل لفئات معينة من الحيوانات المريضة. وتشخيص مرض الدواجن ليس أقل أهمية من حيوانات المزرعة الأكبر.

ويتطلب القانون أن تبلغ السلطات فى حالات وجود كائنات سالمونيلا *Salmonella* أو بروسيلا *Brucella* فى العينات من حيوانات المزرعة والذبائح الأخرى والمنتجات ومايحيط بها.

أنظر: إعتلال دماغى/مخى اسفنجى.

أغراض الفحص قبل الموت

purposes of ante-mortem inspection

حيث أن طرق ماقبل الموت ومابعده ترتبط كثيراً فإن مايأتى يتعلق أيضاً بالأخير:

١- حماية صحة الجمهور ضد الأخطار البكتيرية والفيروسية والمتطفلة والكيماوية.

٢- حماية الحيوانات ضد إنتشار الأمراض المعدية خاصة الأمراض غير المُنْذِرَة notifiable.

٣- حماية الحيوان ومناولى الأغذية ضد الأمراض الحيوانية zoonoses.

٤- خفض ظروف معينة وإصابات تسبب فقداً غير ضرورى فى الحيوانات خلال البيانات.

٥- حماية صناعة اللحم والجمهور ضد اللحم من جودة ناقصة مع تجنب الهدر فى سلعة قيمة.

٦- منع تلوث اللحم والأماكن والأجهزة والأشخاص بواسطة الحيوانات القذرة.

٧- تداول الحيوانات قبل وقت الذبح بكفاءة لضمان صالح welfare الحيوان بدرجة عالية ومابعد ذلك من جودة لحم جيدة وعمر رف.

٨- مساحة الفحص بعد الموت تصبح أكثر إستقامة مع إدانات condemnations أقل.

٩- واحد من أهم وظائف الفحص قبل الموت هو ضمان أن الحيوانات قد تم إراحتها بكفاية بحيث لاتختفى علامات هامة للفحص. وهو أيضاً يضمن أن علامات تكون هامة للفحص ولكنها أقل ملاحظة (أو غير واضح evident) عند الفحص بعد الموت يمكن أن تؤخذ فى الحسبان عند الوصول إلى قرار بالنسبة لأمان وصحة اللحم safety & wholesomeness.

مناولة الحيوانات قبل الذبح
preslaughter livestock handling

ولو أن الفحص قبل الموت عادة يعنى الفحص قبل الذبح مباشرة فإن معناه الكامل يشمل مناولة الحيوانات قبل الذبح ويمتد إلى الحيوان فى المزرعة.

والعوامل مثل طول الرحلة والوقت من السنة ودرجة حرارة الجو والظروف الجوية وإتاحة الماء والغذاء ونوع الحيوان وعمره وكونه ذكر أو أنثى ومصدره مثل السوق أو المزرعة يؤثر على عرين lairage وقت الإحتفاظ. ومن المهم المحافظة على مجموعات حيوانات المزرعة سليمة والفصل بين الحيوانات ذات القرون horned والحيوانات العدوانية aggressive وعزل الإناث فى الشبق والحيوانات المرضى أو المصابة (لفحص فيما بعد ذلك). والثيران الصغيرة وحملان الربيع يحسن ذبحها مبكراً. والإجهاد stress يجب ضبطه عن طريق المناولة برجال ذوى خبرة. كما يجب إعطاء الخنازير تبناً ورشهم بماء دافىء لمنع القتال فيما بينهم.

وفترات العرين lairage قبل الذبح يمكن أن تختلف. ولكن الفترات زائدة الطول يمكن أن ينتج عنها موت وإصابات وفقد المنزلة وتلوث وصعوبات فى تنظيف العرين lairage ومشاكل فى تجهيز الذبيحة مثل زيادة فى السائل المعوى فى الماشية. فيجب مناولة الحيوانات بالطريقة الأقل إجهاداً/ألماً وبالإعتبار الكامل لمتطلبات سلوكهم الخاص بكل نوع.

القرارات بناء على الفحص قبل الموت
decisions on ante-mortem inspection

حيث أن الغرض من فحص اللحم هو إنتاج منتج مأمون وصحى safe & wholesome للمستهلك فإن ظروف السماح للحيوانات بالدخول للذبح يجب أن تكون صارمة stringent بحيث أن الحيوانات العادية الظاهرة والحيوانات التى دخلت فى حوادث حقيقية هى التى تقبل. والآتى يظهر الأمثل وليس مايقرره القانون:

١- الرفض أو الإدخال تحت ضبط خاص.

٢- إطلاق للذبح لكل الحيوانات التى تظهر عادية.

٣- الذبح المتأخر مثل بسبب عدم كفاية مدة الخروج من علاج الأدوية والمرض المؤقت ...الخ.

٤- الذبح تحت ظروف خاصة مثل حيوانات الحوادث عند نهاية القتل أو فى وحدة ذبح طارئة.

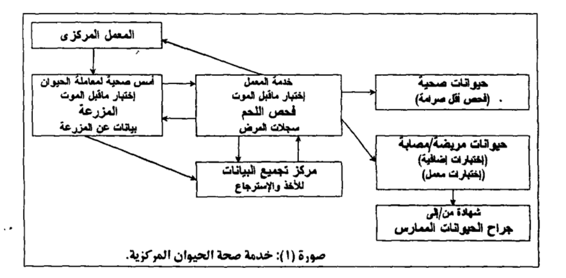
٥- الإدانة الكلية total condemnation :

(أ) الميت والذى يموت والحيوانات العاجزة disabled animals. (ب) الخنازير التى لها درجة حرارة ١٠٦°ف أو أعلا (والأنواع الأخرى >١٠٥°ف). (ج) الظروف التى تسمح بالإدانة condemnation بالفحص بعد الموت. (د) الحيوانات التى تظهر أعراض تسمم أو إضطرابات أيضية أو عصبية أو دورانية. (هـ) عدم وجود توازن غذائى وأمراض طفيلية: الليستيرية listeriosis وداء البَريميّات الرقيقة leptospirosis ومرض أوجيسكى Aujeszky's والكلب rabies وإعتلال

دماغي إسفنجي الشكل بقرى BSE والكزاز tetanus والكَشَم anaplasmosis وكزاز العشب grass tetany والخُلال ketosis والشلل الخفيف المخاضي parturient paresis والدُماغ الحُمَوى الإسفَنْجي scrapie وكزاز النقل transport tetany والنُّخْطة strangle والعرج الحاد الإلتهابي acute inflammatory lameness والناصور الشامل extensive fistula والرُّعام glanders ومرض السِّقاوة الخفيف farcy وحمى الخنزير swine fever والجمرة anthrax والحيوانات التى تم حقنها بفاكسين الجمرة anthrax فى خلال مدة الستة أسابيع السابقة.

الفحص قبل الموت

الحالة الصحية للمزرعة الأصل ومعاملة الحيوانات للذبح لها تأثير جوهرى على أمان وصحة اللحم، وعلى ذلك فيجب بذل الجهود لجمع وتقدير المعلومات التى يمكن أن يكون لها تأثير على ماقبل وبعد الموت والمزرعة هى أهم تحليل الخطر ونقط المراقبة الحرجه hazard analysis and critical control point فى كل عمليات صحة اللحم. وهناك مايسمى ضبط جودة متكاملة integrated quality control (الصورة ١). والمعلومات عن المزرعة وهى مهمة بالنسبة لفحص اللحم تتعلق بمعدلات المَرَضِيَّة morbidity والوفيات mortality ومستويات صالح welfare الحيوانات واستخدام المضادات الحيوية والهرمونات والأدوية للحيوانات ونتائج إختبارات المعامل (الكائنات الدقيقة والمصلية serological وبقايا الكيماويات) ونتائج إختبارات السل والبروبيليات brucellosis ونوع التغذية. ولما كان أحد إهتمامات المشتغل بصحة اللحوم هو تلوث الذبيحة من الجلد hides القذرة والبراز faeces فإن مقياس تصحاح المزرعة خاصة بالنسبة لترك الماشية حرة وتغذية الخراف على جذور المحاصيل ...الخ هى من الأشياء الهامة.



صورة (١): خدمة صحة الحيوان المركزية.

وأول برنامج لضمان الجودة في المزرعة يهدف إلى: إلتزام الفلاحين بإنتاج منتج صحي مع العناية بالحيوان وضبط الأمراض؛ ٣ أشهر للحيوان على المزرعة؛ التغذية على بروتين الحشيش والنبات (جذور نباتات وكرنب وغيره ودبس السكر ...الخ يمكن أن يوافق عليها)؛ لامشجعات للنمو غير موافق عليها أو مضافات عليقة تستخدم؛ الإلتزام بتوصيات وزارة الزراعة لصالح welfare الحيوان؛ الحيوانات تحفظ نظيفة وفي حالة جيدة؛ الحيوانات القذرة لايسمح لها في هذا النظام ويسمح للحيوانات الصحية الناتجة طبيعياً فقط؛ عدم وجود إعتلال دماغي إسفنجي الشكل بقرى BSE؛ حفظ سجل وبرنامج ضبط المرض؛ إستخدام الأدوية للحيوان والمحافظة على مدة الإنسحاب من الدواء؛ فصل الحيوانات المريضة والمصابة والواقعة؛ مناولة خالية من الإجهاد وفي النقل: والذبائح المجروحة لا تصلح لهذا النظام.

التقدم في المستقبل

التعرف على بعض الأمراض الطفيلية مثل داء الكيسات المذنبة cysticercosis، القطار الشعرى trichinisis، وداء الشريطيات fascioliasis، وداء الكُيَيسات المائية hydatidosis و thysanosomiasis التي هي ممكن إجراؤها الآن بعد الموت يمكن إجراؤها قبل الموت بواسطة م.م.ر.أ ELISA وبدا يتجنب تشويه وتلوث الجروح في اللحم والأجزاء الأخرى غير الأرباع الأمامية والخلفية offal.

(Macrae)

المستخلصات extracts

نظراً لنكهة مستخلص اللحم فإن إستخدامه يرجع إلى القرن الثامن عشر وهو بالطبع يحصل عليه بإستخلاص السائل للحم وتركيز الجزء الذائب في الماء من اللحم. ولكن مستخلص اللحم ليس متخصصاً ولكن يرجع بمصطلح مستخلص اللحم إلى عدة مستخلصات من اللحم والعظام والكبد وهذه تختلف في تكوينها ونكهتها كنتيجة لإختلافات في الأصل وفي المكونات الموجودة في مختلف المواد الخام.

إنتاج مستخلص اللحم
production of meat extract

الكيماوى الألماني فوق ليبيج Von Liebig ذكر أن مستخلص اللحم يمكن تحضيره بخلط ١٠ رطل من اللحم الأحمر مع ٥ رطل ماء ثم الضغط مع جمع السائل الذائب، وهذه العملية كررت ثلاث مرات. والمستخلصات الثلاثة وضعت مع بعضها وسخنت وأزيل مافوقها ثم أعيد تسخينها وركزت تحت فراغ لإعطاء أول منتج تجارى (١٨٦٥م). ولزم لذلك إزالة اللحم من العظام وتشذيب الدهن الظاهر وتهوية النسيج الناتج على الأقل ٢٠ ساعة. واللحم الأحمر المهوى يهرس hashed بعد ذلك وينقل إلى سلسلة من الحلل ذات القاع المستدير مرتبة بحيث أن مستخلص اللحم الأكثر تركيزاً يتصل دائماً مع اللحم المهروس حديثاً ومستخلص اللحم السابق كان يعاد إستخلاصه مع ماء رائق. ودرجة حرارة الإستخلاص كان يحتفظ بها على ٩٠°م أو أقل أثناء تركيز مستخلص اللحم. وإذا أستخدمت درجات حرارة أعلا فإن المواد الذائبة

فى الكحول تقل وكمية الجيلاتين المستخلصة تزيد.

واللحم المستخدم فى عمل المستخلص يمكن أن يضغط أو يستخلص مع ماء أو يطبخ للمساعدة فى إزالة المكونات المسئولة عن نكهة اللحم ثم يركز المستخلص بإزالة معظم الماء. والعظام الخام - ويفضل عدم إزالة أى لحم أحمر ملتصق جيداً - والكبد يمكن أيضاً أن يكونا مصدراً للمواد الخام لعمل منتجين يشبهان مستخلص اللحم أى مستخلص العظام ومستخلص الكبد بالتتابع.

والأرجنتين هى أكبر منتج لمستخلص اللحم وهو ناتج ثانوى لإنتاج البلوبيف corned beef وتعليب لحم البقر واللحم الذى سيعلب يعطى طبخاً سريعاً لمدة ٣٠ق على ٩٥ - ١٠٠°م ثم يرشح لإزالة الدُقاق fines والبروتين المتجمع. والرطوبة الزائدة تزال أصلاً تحت فراغ ثم تركز بالتسخين فى حلة مفتوحة. ويمكن إستخدام عظام مطحونة خشنة لإنتاج ستوك لحم بقر بإضافة الماء والطبخ على ١١٥°م أو أعلا فى حلل تحت ضغط. ويسمح للدهن بالإنفصال ويصلب solidified بالتبريد لإزالته ثم يركز ستوك لحم البقر تحت فراغ ثم يبخر فى حلة مفتوحة للمساعدة على تكوين النكهة.

واللحم المطبوخ كما ذكر أعلاه يفقد حوالى ٤٠٪ بالوزن مع إستعادة معظم الفقد فى ماء الطبخ ويغسل اللحم المطبوخ بماء بارد والذى يضاف بعد ذلك لماء الطبخ. وهذا ينتج عنه ٢,٢ لتر "ستوك" لكل كيلو جرام من اللحم الخام. وعموماً يركز "الستوك" بالطبخ حتى ست دفعات من اللحم فى نفس "الستوك" قبل أن يركز تحت فراغ وحيث أن "الستوك" النهائى من ماء الطبخ المتجمع يكون أكثر تركيزاً فهناك وفر فى كمية الطاقة المحتاج إليها فى الإنتاج.

أنواع ودرجات مستخلص اللحم
types & grades of meat extract

هناك عدد من أنواع مستخلصات اللحم والمنتجات المشابهة: ١- المستخلص المباشر (أسنس اللحم)، ٢- مستخلص نمرة ١، ٣- مستخلص سائل من اللحم، ٤- الشوربة broth أو "ستوك"، ٥- مستخلص الكبد. ولكن ليس هناك مقاييس مما ينتج عنه إختلافات كبيرة بين وداخل المنتجات.

والمستخلص المباشر أو "أسنس اللحم" يصنع بإستخلاص عضل البقر المفروم بالماء لوقت طويل يكفى لإنتاج جل بعد التبريد. وتكون الجل أو الجيلى يعود إلى إستخلاص الكولاجين بالحرارة بحيث يتصلب عند التبريد. ويلزم حوالى ١٣-١٤ كجم من اللحم الأحمر لإنتاج ١ كجم من المستخلص أو أسنس اللحم وهذا يحتوى على ٢٤٪ رطوبة.

أما المستخلص رقم ١ ويسمى أحياناً مستخلص اللحم فهو ينتج كناتج ثانوى للبلوبيف corned beef حيث يغمر لحم البقر المقطع فى ماء يغلى لمدة قصيرة ويستخلص قليل من الجيلاتين ويحتاج إلى ٥٠ كجم لحم لإنتاج ١ كجم من المستخلص يحتوى ١٧٪ رطوبة. وهو يحتوى على ٥٪ كلوريد صوديوم، ٧٪ كرياتينين creatinine ومحتوى الدهن يجب ألا يزيد على ٠,٦٪ ومحتوى النتروجين يجب أن يكون على الأقل ٨٪. والمواد

النتروجينية يجب أن تتكون من ٤٠٪ على الأقل أساس لحم و ١٠٪ كرياتين وكرياتينين.

وسائل اللحم المستخلص يصنع بطبخ اللحم الطازج لإنتاج "ستوك" يحتوى ٣-٤٪ مواد صلبة وهذا "الستوك" يركز ويبخر تحت فراغ لإنتاج منتج به ٦٠٪ مواد صلبة ثم يضاف الملح إلى الجزء المائى بنسبة ٢٥,٥٪ (وزن/وزن) وهذا ينتج من مستخلصات يحتوى ٩,٣٪ من الملح المضاف (١٠,٢ كجم ملح مضاف/ ١٠٠كجم من المستخلص المركز).

وشوربة broth (من لحم البقر أو الخنزير) أو "الستوك" هى مصطلحات تستخدم لوصف المنتج المتحصل عليه بغلى اللحم و/أو العظام (مهروسة) فى الماء مع مكونات تنكيه. والناتج أو النواتج يجب أن يكون لها نسبة رطوبة إلى بروتين ١٣٥ : ١. ومركز الشوربة أو "الستوك" يمكن أن يعمل بخفض نسبة الرطوبة إلى ٦٧ : ١.

ومستخلص الكبد ينتج بإستخلاص كبد مطحون خام مع ماء ساخن محمض قليلاً إلى رقم جـ‌هـ ٥,٠٥ "والستوك" يركز بعد ذلك إلى عجينة تحت فراغ على درجة حرارة منخفضة إلى محتوى رطوبة ٣٥٪. وعلى ذلك فمستخلص الكبد يحتوى رطوبة أكثر من مستخلص اللحم ٣٥ ، ٢٥٪ بالتتابع. وهذا المحتوى الرطوبى المرتفع يجعل مستخلص الكبد معرضاً للفساد كثيراً ولذا يلزم إضافة ملح أكثر أو أن يتم حفظه بالتبريد أو يعقم بالحرارة. وهو يستخدم فى الأدوية كإضافة غذائية بينما مستخلص اللحم يستخدم كمنكه للشوربة soap والصلصات والأغذية الأخرى.

وكما سبق ذكره فليس هناك مقاييس standards ولكن بعض الشركات تقسم منتجاتها إلى درجات نمرة ١ ، ٢ والأول يحتوى ٧٪ كرياتينين أو أعلا بينما الثانى لايحتوى إلا على أقل من ٧٪ كرياتينين. وربما قُسِم على أساس نسبة الرطوبة فسوبريم supreme يحتوى ١٦,٧٥ - ١٧,٧٥٪ رطوبة وعلى الأقل ٤٤٪ مواد عضوية ذائبة، ٧٪ كرياتينين وعلى الأكثر ١,٥٪ مواد غير ذائبة فى الماء الساخن، ٥٥٪ رماد، ٤٪ ملح . أما الدرجة الثالثة وهى سيليكت select (إختيار) فتحتوى ٢٣ - ٢٤٪ رطوبة وعلى الأقل ٤٠,٥٪ مواد عضوية ذائبة ، ٦,٤٪ كرياتينين وعلى حد أقصى ١,٤٪ مواد غير ذائبة فى الماء الساخن، ٢٣٪ رماد، ٣,٧٥٪ ملح. وبينهما درجة بريميوم premium فتحتوى على ١٩ - ٢٠٪ رطوبة وعلى الأقل ٤٤٪ مواد عضوية ذائبة، ٧٪ كرياتينين وحد أقصى ١,٥٪ مواد غير ذائبة فى الماء الساخن، ٢٥٪ رماد ، ٤٪ ملح

تكوين مستخلص اللحم
composition of meat extract

يوجد فى الجدول (1) تكوين كل من مستخلص لحم البقر ولحم الضأن mutton والكبد. ويلاحظ أن لستة الفيتامينات أكمل بالنسبة لمستخلص الكبد مما يعكس مساهمتها الأكبر غذائياً كما يلاحظ أن فيتامين ب١٢ أعلا ١٥,٤٪ مرة والريبوفلافين أعلا ٣,٥٪ مرة وحمض البانتوثينيك أعلا ٢٠ مرة فى مستخلص الكبد عن مستخلص اللحم.

أما الجدول (٢) فهو يعطى تركيب بعض المواد فى مستخلص اللحم ويلاحظ فيه وجود كميات كبيرة من الكرياتين والكرياتينين وهى معالم مهمة فى

الجودة. ويلاحظ أن مستخلص الخميرة لايحتوى هذين المركبين رغم إستخدامه كبديل لمستخلص اللحم. وهذه المركبات الجوانيدنية معاً يجب ألا تكون أقل من ١٠٪ من النتروجين الكلي على أساس الوزن الجاف في مستخلصات اللحم عالية الجودة.

جدول (١): التكوين الكيماوى لمستخلصات لحم البقر والضأن mutton والكبد.

المكون	المتوسط
مستخلص لحم البقر	
الرطوبة (٪)	١٩,٤١
الملح (٪)	٤,٧٦
الكرياتينين (٪)	٧,٠٢
مواد عضوية ذائبة (٪)	٤٣,٧٠
مواد غير ذائبة في الماء (٪)	١,٧٠
الرماد (٪)	٢٤,٠٠
الفيتامينات (ميكروجرام/جم)	
ثيامين	١٠
ريبوفلافين	٣٥
نياسين	١٢٠٠
بيريدوكسين	٥
حمض بانتوثينيك	٢٥
فيتامين ب١٢	٠,٥٢
مستخلص لحم الضأن mutton	
الرطوبة (٪)	١٧,٩
الملح (٪)	٣,٩٧
الكرياتينين (٪)	٥,٩٠
مواد عضوية ذائبة في كحول (٨٠°م) (٪)	٤٦,٥٥
مواد غير ذائبة في الماء (٪)	١,٩٠
الرماد (٪)	٢٣,٣٥
البروتين (٪)	٥٧,٨٣
مستخلص الكبد	
الرطوبة (٪)	٣٥ ± ١
المواد الصلبة (٪)	٦٥ ± ١
الرماد (٪)	١١ ± ١
فيتامينات (ميكروجرام/جم)	
ثيامين	ليس أقل من ١٠
فيتامين ب١٢	ليس أقل من ٨
ريبوفلافين	ليس أقل من ٢٠٠
حمض فوليك	ليس أقل من ١٥
حمض نيكوتينيك	ليس أقل من ١٠٠٠
حمض بانتوثينيك	ليس أقل من ٥٠٠
كولين	ليس أقل من ١٥٠٠٠

غير ذائب: المنتج يعطي محلولاً رائقاً في الماء.

كذلك يحتوى مستخلص اللحم على كميات كبيرة من الأيونوسين وحمض الأيونوسينيك ionosinic acid وهذه معززات لنكهة اللحم. وعلى ذلك فهي تساهم في النكهة المرغوبة و/أو العبير المرغوب لمستخلص اللحم. كما أن النسبة العالية لتركيز الأحماض الأمينية قد يساهم في تفاعل مايارد maillard أثناء تسخين المستخلص للتركيز ويلعب دوراً في نكهة مستخلصات اللحم.

جدول (٢): (أ) التحليل الكيماوى للمكونات غير الطيارة فى مستخلص اللحم . تكوين مستخلص اللحم نمرة ١ (١٧-٢٨٪ رطوبة، ١٣,٢١٪ بروتين).

المكون	وزن جاف الكمية (٪ من الكل)	ن (٪ من الوزن الكلى)
احماض امينية		
٣-ميثيل هستيدين	آثار	-
α-الانين	١,٣٢	-
سيرين	٠,١٠	-
ميثيونين	٠,٠١	-
ايزولوسين	٠,٠٨	-
لوسين	٠,٠٨	-
هستيدين	٠,٠٣	-
تورين	٠,٣٢	-
سترولين	٠,٢٦	-
الكل	٢,٢٠	٠,٢٢
ببتيدات		
كارنوسين	٣,٧٠	٠,٩٢
انسيرين	٠,٧٥	٠,١٦
ببتيد الايمينازول	١,٨٨	٠,٤٧
جوانيدينات		
كرياتين	٤,٨٠	١,٥٤
كرياتينين	٥,٥١	٢,٠٤
ميثيل جوانيدين	(~٠,١)	-
جوانيدين	(~٠,١)	-
بيورينات وغيرها		
هيبوزانثين	١,٩٠	٠,٧٨
ايونوسين	٠,٧٠	٠,١٥
حمض ايونوسينيك	آثار	-
بروتين (١٤,٩٪ ن ، ٠,١٪ رماد)		
	١٠,٩٢	١,٦٥
احماض عضوية		
حمض لاكتيك	١٤,٦٠	-
حمض جليكوليك	٠,٩٨	-
حمض سكسينيك	١,٢٦	-
β-ايدروكسى بيوتريك	(<١)	-
كارنيتين	٣,٣	٠,٢٩
كولين	آثار	-
يوريا	٠,١١	-
امونيا	٠,٤٢	-
مواد غير عضوية (٨,٩٥٪ بو، ٧,٣٪ فو٢أ٥)		
مواد ملونة	١٨,٣٠	٤,٢٣
الكل	١٠٠,٧٣	١٢,٨٥

(ب) تكوين المواد المتطايرة فى مستخلص اللحم

المكون	القيمة
كبريتيد الأيدروجين	كبير
مركابتان الميثيل	كبير
مركابتان الإيثايل	صغير
كبريتيد ثنائى الميثايل	صغير
أسيتالدهايد	كبير
بروبيونالدهايد	صغير
أيزوبيوتيرالدهايد	صغير
أسيتون	متوسط
أيزوفاليرالدهايد	صغير
كيتون الميثيل إيثايل	صغير
الميثانول	صغير وفى بعض العينات فقط
إيثانول	صغير وفى بعض العينات فقط

الكائنات الحية الدقيقة فى مستخلص اللحم
microbiology of meat extract

ربما إحتوى مستخلص اللحم جراثيم البكتيريا والفطر ولكنه لايحتوى أى كائنات ممرضة غالباً فغليان "الستوك" لتركيزه يجعله معقماً ولكن المناولة بعد ذلك وإستخدام أجهزة ملوثة ينتج عنه إعادة التلوث. ومستخلص اللحم وسط ممتاز للبكتيريا ودرجات الحرارة المستخدمة فى التركيز تحت فراغ تسمح بنمو الكائنات الدقيقة فمستخلص اللحم النهائى يحتوى بكتيريا وفطر حى وأحسن شىء يمكن عمله هو خفض محتوى الرطوبة وزيادة محتوى الملح.

وأى من هاتين الطريقتين لايمكن الإعتماد عليها لضبط نمو الكائنات الدقيقة وحدها ولو أنهما معاً تستطيعان إعطاء درجة من الأمان من الفساد وبالإرتباط مع درجة حرارة تخزين منخفضة فإن رطوبة منخفضة ومحتوى ملحى عالٍ هى عوامل تآزر وتساعد فى ضبط نمو الكائنات الدقيقة. ومستخلص اللحم الذى به ١٦٪ رطوبة والمخزن على ٢٠°م أظهر أنه نسبياً ثابت أثناء التخزين لمدة ٤٨ يوماً ولكن عند ٢٠٪ رطوبة يجب حماية مستخلص اللحم من فساد الكائنات الدقيقة بإضافة ملح وحيث أن المستخلصات المحضرة من الكبد والعظام من الصعب تجفيفها إلى تحت ٢٥٪ رطوبة فإنها تكون أكثر عرضة لنمو البكتيريا والفطر ولذا يجب حفظها على درجات حرارة منخفضة (>١٠°م) أو إضافة كمية أكبر من الملح أو كليهما.

والجدول (٣) يعطى بعض أعداد الكائنات الدقيقة فى مستخلص اللحم وهناك إختلافات كبيرة فى النوع وأعداد الكائنات الموجودة ويرجع ذلك للتصحاح والمعاملة وظروف التخزين ثم المحتويات النهائية للملح والرطوبة ولو أنه لايوجد أى زيادة كبيرة فى البكتيريا المحبة للحرارة فى مستخلص لحم يحتوى ١٦٪ رطوبة إلا أن هناك إحتمال خطر من إضافتها لأغذية أخرى بها محتوى رطوبى أعلا. والتصحاح الجيد وتجنب التنكات والمواسير والمُبَخِرات الملوثة يمكن أن يساعد فى تقليل إعادة التلوث فى مستخلص اللحم والتخزين تحت درجات حرارة منخفضة مهم فى ضبط البكتيريا والفطر.

إستخدامات مستخلص اللحم

مستخلص اللحم يستخدم فى تنكية الشوربة واليخنة stews والصلصات والكاسيرولات واللحم المعلب والفطائر والبويون والهمام. ونسبة مستخلص اللحم المطلوبة للتنكيه تختلف كثيراً وتتوقف على الغذاء المضاف إليه ولكنه عادة مابين ٥-٢٥٪ وقد يحسن من نكهة بعض المنتجات على أقل من ذلك وهو مفضل على مستخلص الخميرة.

(Macrae)

الأهمية الغذائية dietary importance

لحم البقر والحمل والخنزير مصادر جيدة للمغذيات ولكنها تختلف كثيراً فى تكوينها:

البروتين protein

البروتين هو المكون الرئيسى للحم الأحمر بعد الماء (الجدول ١) ويوجد ماء أقل فى النسيج الدهنى حيث يسود الدهن وحوالى ٤٠٪ من الأحماض الأمينية التى تكون البروتين أحماض

جدول (٣): متوسط أعداد الكائنات الدقيقة فى مستخلص اللحم.

	المنتج الأرجنتينى
الشوربة قبل الذهاب للمبخر	٣٢/جم عد طبق كامل (ع.ط.ك TPC total plate count)
الشوربة الذاهبة للمبخر	١٣٠٠/جم ع.ط.ك TPC
شوربة مركزة من المبخر	٢٠٠٠ – ٣٠٠٠/جم ع.ط.ك TPC
محبة للحرارة	٥٠٠ / جم
لاهوائية	١٠٠ / جم
مجموعة كولى coliform	صفر
Clostridium perfringens	سالبة فى ٠.١ جم
مستخلص لحم من العلبة (٣٠°م)	١٠٠٠٠٠/جم ع.ط.ك TPC
مستخلص لحم من العلبة (٥٥°م)	٢٣٧٥٠٠/جم ع.ط.ك TPC
لاهوائية معفنة patrefactive	٩٢٧/جم
منتجات اندول	صفر (أحياناً توجد)
منتجات يدءكب	صفر (أحياناً توجد)
مجموعة *Staphylococcus*	صفر
مجموعة *Salmonella - Shigella*	صفر
	المنتج من الولايات المتحدة
عد طبق كامل (ع.ط.ك TPC)	> ١٠٠٠/جم
مجموعة كولى coliform	> ١٠/جم
Escherichia coli	سالب/جم
Staphylococcus aureus	> ١٠/جم
Salmonella spp.	سالب/٢٥ جم
جراثيم حمض السطح (ج.ح.س) flat sour spores (FSS)	> ٥٠/١٠ جم
جراثيم محبة للحرارة كلية (ج.ح.ك) total thermophilic spores (TAS)	> ١٢٥/١٠ جم

(Macrae)

جدول (١): تكوين بعض اللحوم الخام (فى كل ١٠٠جم من الجزء المأكلة).

اللحم الخام	الماء (جم)	بروتين [أ] (جم)	الدهن (جم)	الطاقة (كيلوجول)
لحم البقر				
الأحمر lean	٧٤,٠	٢٠,٣	٤,٦	٥١٧
الدهن	٢٤,٠	٨,٨	٦٦,٩	٢٦٢٥
الحمل				
الأحمر	٧٠,١	٢٠,٨	٨,٨	٦٧٩
الدهن	٢١,٢	٦,٢	٧١,٨	٢٧٦٢
الخنزير				
الأحمر	٧٢,٢	٢٠,٧	٣,٧	٤٨٤
الدهن	٢١,١	٦,٨	٧١,٤	٢٨٠٠
حَزّة العجل	٧٤,٩	٢١,١	٢,٧	٤٥٩

أ: ن × ٦,٢٥

أمينية ضرورية وتوجد بالنسب التى تشابه تقريباً متطلبات الإنسان. كما أن بروتين اللحم جيد الهضم مما يجعله أحسن البروتينات المتاحة بيولوجياً فى غذاء الإنسان. ويوجد إختلاف صغير فى قيم الأحماض الأمينية بين القطع من نوع معين وإختلاف أكبر قليلاً بين الأنواع المختلفة مع إستثناء القطع التى بها نسيج ضام إذ بها كولاجين، فالكولاجين بالنسبة للعضل يحتوى على برولين وأيدروكسى برولين وجليسرول أكثر وأقل من التربتوفان والأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت والتيروسين. وأثناء طرق الطبخ العادية حيث لاتتجاوز درجات الحرارة ٧٠°م فإن القيمة البيولوجية للحم تتأثر قليلاً ولو أنه قد يكون هناك خفض قليل فى إتاحة الليسين والميثيونين والتربتوفان بينما يزيد التسخين من هضمية الكولاجين.

الدهن lipid

الدهن إما يوجد تحت الجلد (الدهن المرئى visible fat) أو بين العضلات أو داخل العضلات intrasusculary أو الدهن غير المرئى invisible fat. ومعظم الدهن يوجد كإسترات الجليسرول للأحماض الدهنية. ولكن يوجد أيضاً ماهو مهم ويشمل الفوسفوليبيدات والكوليسترول وإسترات الأحماض الدهنية. ونسبة الدهن الكلية فى اللحم تختلف كثيراً وتتوقف على النوع (لحم بقر أو حمل أو خنزير) وعلى السلالة breed والتغذية والعمر عند الذبح ودرجة التشذيب التى قام بها الجزار. ويتطلب الإنسان أن اللحم يكون أحمراً ويتم ذلك عن طريق تحسين الهندسة الوراثية والتغذية المضبوطة والذبح المبكر (الجدول ٢). وهناك قاعدة عامة أنه كلما كانت الذبيحة حمراء lean فإن تركيز الدهن فى كل من اللحم الأحمر والدهن يكون أقل. والطبخ يقلل من محتوى الدهن فى نسيج الدهن ولكن ينقص قليلاً جداً من الدهن فى اللحم الأحمر بل ربما كسب قليلاً من الدهن لهجره من النسيج الدهنى المجاور، وإن كان البعض لايعتقد ذلك. ولما كانت العضلات لاتأخذ دهناً فإن التحمير لايزيد من محتوى الدهن فى اللحم الأحمر ولو أن دهن الطبيخ قد يلتصق بالسطح. ويفقد الماء من اللحم الأحمر أثناء الطبخ بحيث أن الدهن يصبح أكثر تركيزاً فى اللحم المطبوخ عن اللحم الخام.

جدول (٢): مكونات المغذيات فى بعض قطع اللحم المطبوخ (فى كل ١٠٠ جم).

قطعة اللحم المطبوخ	بروتين (جم)	دهن (جم)	طاقة (كيلوجول)	حديد (مجم)	خارصين (مجم)	ثيامين (مجم)	ريبوفلافين (مجم)	حمض نيكوتينيك (مجم)	فيتامين ب٦ (مجم)	فيتامين ب١٢ (ميكروجرام)	حمض فوليك (ميكروجرام)	حمض بانتوثينيك (مجم)	بيوتين (ميكروجرام)
البقـــر													
شريحة خاصرة مشوية grilled rump steak													
٨٩٪ لحم أحمر	٢٧,٣	١٢,١	٩١٢	٣,٤	٤,٩	٠,٠٨	٠,٣٢	٥,٧	٠,٢٩	٢	١٥	٠,٨	آثار
لحم أحمر فقط	٢٨,٦	٦,٠	٧٠٨	٣,٥	٥,٣	٠,٠٩	٠,٣٦	٦,٤	٠,٣٣	٢	١٧	٠,٩	آثار
الجانب الأعلا مشوى roast topside													
٨٨٪ لحم أحمر	٢٦,٦	١٢,٠	٨٩٦	٢,٦	٤,٩	٠,٠٧	٠,٣١	٥,٧	٠,٢٦	٢	١٥	٠,٨	آثار
لحم أحمر فقط	٢٩,٢	٤,٤	٦٥٩	٢,٨	٥,٥	٠,٠٨	٠,٣٥	٦,٥	٠,٣٣	٢	١٧	٠,٩	آثار
الحمـــــل													
شريحة خاصرة مشوية grilled loin chops													
٦٠٪ لحم أحمر	٢٣,٥	٢٩,٠	١٤٧٣	١,٩	٣,٤	٠,١١	٠,٢١	٥,١	٠,١٥	٢	٣	٠,٥	١
لحم أحمر فقط	٢٧,٨	١٢,٣	٩٢٨	٢,١	٤,١	٠,١٥	٠,٣٠	٧,٢	٠,٢٢	٢	٤	٠,٧	٢
رجل مشوية													
٨٠٪ لحم أحمر	٢٦,١	١٧,٩	١١٠٦	٢,٥	٤,٦	٠,١٢	٠,٣١	٥,٤	٠,١٨	٢	٣	٠,٦	١
لحم أحمر فقط	٢٩,٤	٨,١	٨٠٠	٢,٧	٥,٣	٠,١٤	٠,٣٨	٦,٦	٠,٢٢	٢	٤	٠,٧	٢
الخنزيـــــر													
شريحة خاصرة مشوية grilled loin chops													
٧٥٪ لحم أحمر	٢٨,٥	٢٤,٢	١٣٨٠	١,٢	٢,٩	٠,٦٦	٠,٢٠	٥,٧	٠,٣١	١	٦	١,٠	٢
لحم أحمر فقط	٣٢,٣	١٠,٧	٩٤٥	١,٢	٣,٥	٠,٨٨	٠,٢٦	٧,٦	٠,٤١	٢	٧	١,٣	٣
رجل مشوية													
٧٦٪ لحم أحمر	٢٦,٩	١٩,٨	١١٩٠	١,٣	٢,٩	٠,٦٥	٠,٢٧	٥.٠	٠,٣١	١	٦	١,٠	٢
لحم أحمر فقط	٣٠,٧	٦,٩	٧٧٧	١,٣	٣,٥	٠,٨٥	٠,٣٥	٦,٦	٠,٤١	٢	٧	١,٣	٣

وحوالى نصف الأحماض الدهنية فى اللحم مشبعة (الجدول ٣) مع ملاحظة أن الحمل هو أكثرها تشبعاً والخنزير أقلها. والخنزير وحيد المعدة monogastric بحيث يمكن تغيير تكوين الأنسجة بالغذاء وهذا لايمكن عمله بسهولة فى حيوانات لحم البقر والخراف وهى مجترة. وكلما أصبحت الذبائح أكثر إحمراراً leaner فإن نسبة الفوسفوليبيدات وهى الدهون التركيبية المحتوية على الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع (ح.د.ع.ع.ش PUFA) تزيد بينما نسبة

الجليسريدات الثلاثية والتى تحتوى أحماضا دهنية وحيدة عدم التشبع وأحماضا دهنية مشبعة (ح.د.ش SFA) تقل.

جدول (٣): تكوين الأحماض الدهنية فى حمض اللحوم (الأحمر + الجزء الدهنى) جم/١٠٠جم من الأحماض الدهنية الكلية.

	مشبـــــع					
	١٤:صفر	١٥:صفر	١٦:صفر	١٧:صفر	١٨:صفر	٪
لحم البقر	٣,٢	٠,٦	٢٦,٩	١,٢	١٣,٠	(٤٤,٩)[١]
الحمل	٥,٤	٠,٦	٢٤,٢	١,٠	٢٠,٩	(٥٢,١)
خنزير	١,٦	آثار	٢٤,٥	آثار	١٤,١	(٢٠,٤)

	وحيد عدم التشبع				
	١:١٦	١:١٧	١:١٨	١:٢٠	٪
لحم البقر	٦,٣	١,٠	٤٢,٠	آثار	(٤٩,٣)
الحمل	١,٣	١,٠	٣٨,٢	آثار	(٤٠,٥)
خنزير	٠,٤	آثار	٣٤,٤	٠,٧	(٣٣,٥)

	عديد عدم التشبع						
	٢:١٨	٣:١٨	٣:٢٠	٤:٢٠	٥:٢٠	٥:٢٢	٪
لحم البقر	٢,٠	١,٣	آثار	١,٠	آثار	آثار	(٤,٣)
الحمل	٢,٥	٢,٥	صفر	صفر	آثار	آثار	(٥,٠)
خنزير	١٣,٧	١,٥	صفر	آثار	آثار	آثار	(١٥,٢)

ا: الأرقام بين الأقواس هى للأحماض الدهنية المشبعة ووحيدة عدم التشبع وعديدة عدم التشبع كنسب مئوية من الكل.

وهذا ينتج عنه زيادة فى نسبة ح.د.ع.ع.ش : ح.د.ش(PUFA:SFA). كما أن الفوسفوليبيدات فى اللحم الأحمر تحتوى أيضا كميات جوهرية من الأحماض الدهنية طويلة السلسلة ن-٣ n-3 (الجدول ٤). والكوليسترول يوجد فى كل أنسجة الحيوان وهو مكون مهم فى الأغشية وتزيد نسبته فى النسيج الدهنى عن النسيج الأحمر (الجدول٥).

جدول (٤): تكوين الأحماض الدهنية (جم/١٠٠ جم أحماض دهنية) فى الدهن داخل العضل.

الحمض الأمينى	لحم بقر الجزء الأعلا (مرعى)	الحمل خاصرة- متوسط	خنزير خاصرة
١٤:صفر	٢,٤	٤,٦	١,٣
١:١٤	٠,٥	٠,٢	-
١٥:صفر	٠,٦	٠,٦	٠,٢
١٦ ث.م.ا	٢,٣	١,٠	١,١
١٦:صفر	٢٢,٣	٢٣,٢	٢٣,٢
١:١٦	٢,٥	٢,٢	٢,٦
١٧:صفر	١,١	١,٠	٠,٤
١:١٧	١,٠	٠,٨	٠,٤
١٨ ث.م.ا	١,٣	٠,٧	٠,٦
١٨:صفر	١٥,٨	١٣,٨	١٢,٨
١:١٨	٣٦,٦	٣٨,٣	٤٢,٢
١٨: ٢ن-٦	٥,٤	٣,٩	٩,٧
١٨: ٣ن-٣	١,٦	١,٨	٠,٥
١:٢٠	٠,٣	-	٠,٨
٢٠: ٢ن-٦	-	-	٠,٥
٢٠: ٣ن-٦	٠,٤	٠,٣	٠,٣
٢٠: ٤ن-٦	١,٦	١,٢	٢,٠
٢٠: ٥ن-٣	١,٠	٠,٩	٠,٣
٢٢: ٤ن-٦	-	-	٠,٣
٢٢: ٥ن-٣	١,٢	٠,٦	٠,٣
٢٢: ٦ن-٣	-	٠,٣	٠,١
غير ذلك	٠,٣	١,٤	-
ع.ع.ش:ش	٠,٢٧	٠,٢١	٠,٤٠
مستوى الدهن ٪	٢,٤١	٤,٦٠	٤,٣٠

ع.ع.ش:ش P:S ؛ نسبة الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع إلى أحماض دهنية مشبعة.

ث.م.ا DMA: ثنائى ميثيل الأسيتيل dimethyl acetyls.

كما تزيد نسبة النسيج الأحمر بزيادة كمية الدهن الموجود داخل الخلايا intramuscular lipids. ولأن كمية أكبر من الماء تفقد من نسيج اللحم الأحمر عن النسيج الدهني أثناء الطبخ فإن الإختلافات في محتوى الكوليسترول لاتظهر بعد الطبخ.

جدول (٥): محتوى الكوليسترول فى اللحم الأحمر ودهن اللحم الخام (١٠٠ جم).

اللحم الخام	المملكة المتحدة	استراليا	الولايات المتحدة
البقر			
لحم أحمر	٥٩	٦٧	٦٠
لحم أحمر-دهن	٦٥	٧١	٧٠
الحمل			
لحم أحمر	٧٩	٦٦	٦٥
لحم أحمر-دهن	٧٨	٧٩	٧٢
الخنزير			
لحم أحمر	٦٩	٤٦	٦٥
لحم أحمر-دهن	٧٢	٥٩	٧٢

الطاقة energy

تتوقف طاقة اللحوم على محتوى الدهن لأن طاقة الدهن أزيد من ضعف طاقة البروتين. والعضل قد يحتوى آثاراً من الجليكوجين ولكنه خالٍ من الكربوايدرات. واللحم ليس به أي ألياف غذائية. وعادة محتوى الطاقة فى اللحم الأحمر أقل من ٨٠٠ كيلو جول لكل ١٠٠ جم مما يجعلها متوسطة الكثافة فى الطاقة.

الفيتامينات vitamins

اللحم مصدر جوهرى لكل فيتامينات ب (جدول ٣) ولأنها ذائبة فى الماء فهى توجد غالباً فى النسيج الأحمر lean وعلى ذلك فكلما كانت اللحم أكثر فى النسيج الأحمر كلما كان محتواها من فيتامينات ب أكبر. والخنزير يحتوى ٥-١٠ مرات ثيامين أكثر من لحم البقر أو الحمل والمستوى فى الخنزير يتوقف على التغذية. واللحم مصدر مهم لفيتامين ب١٢ والذى لايوجد فى الأغذية النباتية. والفقد فى فيتامينات ب عند الطبخ يحدث أساساً فى الماء الذى يقطر من النسيج الأحمر وإن توقف على درجة الحرارة ومدة الطبخ. وأثناء الطبخ يفقد حوالى ٣/١ الثيامين والبيرودوكسين وحمض البانتوثينيك وفيتامين ب١٢، كما يفقد أقل من الثلث من الريبوفلافين وحمض النيكوتينك. ولايحتوى العضل إلا على آثار من الكاروتين والريتينول وربما بعض فيتامين د وكمية صغيرة من فيتامين هـ (ئى E) ولايوجد به أى فيتامين ج.

المعادن minerals

اللحم مساهم جوهرى لكثير من المعادن والمعادن الآثار فى الغذاء. وهو يوفر أكثر من ١٥٠٪ من كل المأخوذ الغذائى للكروم والكوبلت والنحاس والحديد والنيكل والفوسفور والسيلينيوم والخارصين ولكنه مصدر فقير فى الكالسيوم والكلور والمنجنيز. واللحوم الطازجة تحتوى قليلاً جداً من الصوديوم ونصف حديد اللحم هو فى الهيم haem من الهيموجلوبين والميوجلوبين وهذا يمتص بآلية مختلفة وأكثر كفاءة عن الحديد

غير الهيم الذى يوجد فى الأغذية النباتية. وحديد الهيم بعكس حديد غير الهيم لايتأثر بمثبطات الإمتصاص مثل الفيتات والتانين أو المعززات مثل حمض الأسكوربيك أو السترات. واللحم يعزز إمتصاص كل من حديد الهيم وحديد غير الهيم. وإمتصاص الحديد من اللحم ومنتجاته ضعف إمتصاصه من الأغذية النباتية. كما أن اللحم الأحمر red meat مصدر غنى للخارصين وقد يمتص منه ٢٠ - ٤٠٪ (أنظر الجدول٢).

منتجات اللحم meat products

هناك عدد كبير من منتجات اللحوم المنتجة فى العالم وتختلف كثيراً فى تكوينها الغذائى تبعاً لكمية اللحم الأحمر lean الداخلة وكمية الدهن والمكونات الأخرى مثل الدقيق والدهن النباتى والخضر والمواد الصلبة من لبن الصويا والملح والماء والسكر والتى توفر بروتيناً إضافياً ودهناً وكربوايدرات وصوديوماً. وكثير من المنتجات خاصة الباكون والهام والسجق بها محتوى عالٍ من الصوديوم إذا قورنت باللحوم الطازجة وهناك عدد كبير من الوجبات الجاهزة المحتوية على اللحم وهذه يختلف فيها محتوى الدهن من منخفض جداً إلى عالٍ جداً كما يوجد سجقات burgers منخفضة وعالية الدهن. (Macrae)

ملحوظة: الأجزاء الأخرى: أنظر: جزر.

لحا

لحية التيس/الفومى	salsify

أنظر: تيس، لحية.

لفت

لفت	turnip
الإسم العلمى	*Brassica rapa*
الفصيلة/العائلة: الصليبية	Cruciferae

بعض أوصاف

يختلط اللفت مع الروتاباجا *Brassica napus*. والجذور إما كروية أو سطحية ولحمها أبيض أو أصفر وبه نسبة عالية من الماء. ولو أنه يشار إليه بأنه جذر إلا أنها فى الواقع سويقة جنينية سفلى hypocotyl وبها قليل جداً من نسيج الجذر ولون الجلد أبيض أو أرجوانى أو أخضر أو مبقع والصفراء تتحمل أكثر عن البيضاء والجذور عادة صغيرة وإما أن تكون مستديرة أو سطحية أو طويلة أو نصف طويلة أو كروية.

المناولة والتخزين والإستخدام

الزمن مابين البّذر والحصاد عادة قصير (مابين ٦ - ١٠ أسابيع) وهو يجمع ويغسل ويباع فى ربطات من ثلاث أو ست أو ثمانية. ويمكن تخزينه وهو يغسل ويدرج ويباع فى شبك أو فى أكياس عديد الإيثيلين.

ويؤكل الخضار مطبوخاً أو يخلل أو يخلط مع خضروات أخرى ويحمص والأجزاء الخضراء تؤكل أيضاً.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم لحم طازج بها الجزء المأكلة ٧٥٪ وبها ٩١,٢ جم ماء، ٠,١٤جم نتروجين كلى، ٠,٩ جم

بروتين، ٠,٣جم دهن، ٤,٧جم كربوايدرات وتعطى ٩٨ كيلو جول طاقة وبها ٠,٢جم نشا، ٤,٥ جم سكر كلى، ٢,٤ جم ألياف غذائية، ١٥ مجم صوديوم، ٢٨٠مجم بوتاسيوم، ٤٨ مجم كالسيوم، ٨ مجم مغنيسيوم، ٤١ مجم فوسفور، ٠,٢ مجم حديد، ٠,٠١ مجم نحاس، ٠,١ مجم خارصين، ٢٢ مجم كبريت، ٣٩ مجم كلوريد، ٠,١ مجم منجنيز، ١ مجم سيلينيوم، ٢٠ ميكروجرام كاروتين، آثار فيتامين فى (هـ)، ٠,٠٥ مجم ثيامين، ٠,٠١ مجم ريبوفلافين، ٠,٤ مجم نياسين، ٠,٠٨ مجم فيتامين ب٦، ١٤ ميكروجرام فولات، ٠,٢ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,١ ميكروجرام بيوتين، ١٧ مجم فيتامين ج.
(Macrae, Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية navet، وبالألمانية Rubet، وبالإيطالية rapa، وبالأسبانية nabo.
(Stobart)

لفت برى/سريس rampion

الإسم العلمى *Campanula rapunculus*

لفت/سلجم حقلى rape/rapeseed

الإسم العلمى *Brassica napus*, *Brassica campestris*

الفصيلة/العائلة: الصليبية Cruciferae (mustard)

بعض الأوصاف

النوعان يمكن زراعتهما كحوليات أو كل سنتين ويصلان إلى ٠,٦ – ٠,٩ ولهما أوراق وسيقان غضة وسميكة ويحبان الجو البارد.

إستخلاص الزيت: إما بالضغط ميكانيكياً أو بالمذيب أو بارتباط بينهما وتحتوى البذور على ٤٠ – ٥٠٪ زيت، ٢٥٪ بروتين، ٤٪ جلوكوزينولات glucosinolates. وفى الماضى كان به: ١) ٤٠ – ٤٥٪ حمض الأوروسيك erucic acid ذى السلسلة الطويلة، ٢) الجريش كان عالٍ فى الجلوكوزينات وكلاهما ضار بصحة الإنسان. وقد تم عزل سلالات تحتوى على ١٪ حمض أوروسيك وتوصل إلى أصناف تحتوى على نسب منخفضة من حمض الأوروسيك والزيت الجديد يحتوى فقط الأحماض الدهنية الموجودة فى الزيوت الأخرى المستخدمة كمأكلة. وإرتفاع الجلوكوزينات قد يسبب مرض الغدة الدرقية وقد تم إنتاج أصناف خاليه منها وقد زادت نسبة حمض الأوليك فى الأصناف الجديدة والجريش يحتوى ٣٥ – ٤٠٪ بروتين، ٢٠ – ٢٥٪ كربوايدرات، ١٢–١٦٪ ألياف خام، ٥–٧٪ رماد. والبروتين يحتوى نسباً عالية من الليسين والميثيونين والسيستئين.

ويستخدم الزيت فى غذاء الإنسان ويحضر منه دهن تنعيم ومرجرين وزيوت تحمير وزيوت سلطة والجريش يستخدم فى غذاء الحيوان.
(Ensminger)

وتركيب زيت السلجم الحقلى الفرنسى (تابيدور Tapidor):

١٤:صفر ٠,١، ١٦:صفر ٤,٧، ١٦: ١ ٠,٣، ١٨:صفر ١,٩، ١٨: ١ ٥٩,٤، ١٨: ٢ ٢١,٠، ١٨: ٣ ٩,٥، ٢٠:صفر ٠,٥، ٢٠: ١ ١,٥، ٢٠: ٢ صفر، ٢٢:صفر ٠,٤، ٢٢: ١ ٠,٧، ٢٤:صفر صفر، ٢٤: ١ صفر.

بينما تركيب زيت سلجم حقلى صينى مرتفع الأيروسيك:

١٤:صفر ١,٠،١٦:٠،١:صفر ١,٨، ١:١٦، ٠,٣، ١٨:٠: صفر ١,٧، ١:١٨، ١٦,٢، ٢:١٨، ١٢,٠، ٣:١٨، ٨,٣، ٢٠:صفر ٠,٨، ١:٢٠، ٩,٠، ٢:٢٠، ٠,٣، ٢٢:صفر ١,٣، ١:٢٢، ٤٦,٠، ٢٤:صفر ٠,٧، ١:٢٤، ٠,٦

ملحوظة: حمض الأيروسيك ٢٢: ١

(Macrae)

الأسمـاء: بالفرنسية colza، وبالألمانية Rapa، وبالإيطالية colza، وبالأسبانية colza.

(Stobart)

لاب

لوبيا/دجر cowpea

الإسم العلمي *Vigna unguiculata* [L.] Walp.

الفصيلة/العائلة: البقولية/قرنية Leguminoseae

تزرع اللوبيا للقرون والبذور وتستهلك مسلوقة أو فى الشوربة أو تحمر أو تخمر ومع الأرز أو الحبوب كالأرز. والنبتات الصغيرة تؤكل كالسبانخ وقد تعلب والبذور الجافة تتكون من فلقات وجنين وغطاء البذرة ودليل البذرة كان ١٢,٥ جم/١٠٠ بذرة للبذور الصغيرة، ١٨ جم/١٠٠ بذرة للبذور الكبيرة. ويتوقف لون غطاء البذرة على القصرة testa. وتختلف البذور فى الحجم والشكل واللون. وهى ٢-١٢مم فى الطول وهى كروية أو فى شكل الكلوة ناعمة أو مكرمشة بيضاء أو خضراء أو حمراء أو بنية أو سوداء وقد تكون مبقعة وكل ١٠٠ بذرة تزن من ١٠ – ٢٥جم.

التكوين الكيماوى

تكون الفلقات ٨٧٪ من وزن البذرة والجدول (١) يعطى تكوين الفلقات وغطاء البذرة والجنين.

جدول (١): تكوين الفلقات وغطاء البذرة والجنين.

المكون	الفلقات	غطاء البذرة	الجنين
النسبة ٪	٨٧,٢٣	١٠,٦٤	٢,١٢
بروتين ٪	٢٦,٧	١٠,٧	١٤,١
مستخلص إيثيرى ٪	٢,٣	٠,٩	٩,٨
الرماد ٪	٣,١٥	٣,١٧	٤,٣٨
ألياف خام ٪	٠,٣	١٥,٨	١,٦
مستخلص خالى النتروجين ٪	٦٧,٦	٥٩,٤	٤٠,١
فسفور (مجم/١٠٠ جم)	٤٩٦	٨٩	٨٢٩
كالسيوم (مجم/١٠٠ جم)	١٦٥	٨٥٣	٣٦٨
حديد (مجم/١٠٠ جم)	٦,١	١١,٦	٢٠,٧

وتختلف المحتويات كثيراً تبعاً للوراثة والجو والتسميد والموسم والعمليات الزراعية.

البروتينات

محتوى البروتين: يتراوح البروتين مابين ١٨,٣٪، ٣٥٪ والأحماض الأمينية الضرورية تظهر فى الجدول (٢) والميثيونين هو أول حمض أمينى محدد.

تجزئة البروتين: جزئت بروتينات اللوبيا إلى البيومينات (ذائبة فى الماء) وجلوبيولينات (ذائبة فى محلول ملحى) وبرولامينات (ذائبة فى الكحول) والجلوتيلينات (ذائبة فى حمض/قاعدة) وتختلف نسبها كثيراً فالألبيومينات من ٢,٥-١٤,٨ ٪

والجلوبيولينات من ٤٨,٢-٩٠,٠٪ والبرولامينات من ٥,٣ - ١٣,١٪ والجلوتيلينات من ٦,٥٪ - ٢٣,٣. ويلاحظ وجود إختلافات واسعة ويرجع ذلك للوراثة وطبيعة البروتينات وظروف التجربة.

جدول (٢): الأحماض الأمينية الضرورية فى اللوبيا.

الحمض الأمينى	الجريش الكلى	الفلقات	غطاء البذرة
ليسين	٧,٠	٧,٢	٦,٣
ميثيونين	١,١	١,٢	٠,٩
نصف سيستين	٠,٩	٠,٩	١,٠
ثريونين	٣,٩	٣,٩	٣,٥
ايزولوسين	٤,١	٤,٢	٣,٧
لوسين	٧,٨	٨,٠	٦,٥
فالين	٤,٩	٥,٠	٤,٦
تيروسين	٣,٢	٣,٣	٣,٦
فينيل ألانين	٥,٥	٥,٦	٤,٣
تربتوفان	١,٣	١,٢	١,١

جودة البروتين: الجدول (٣): يعطى بعض المعالم عن جودة البروتين.

جدول (٣): جودة بروتين اللوبيا.

المعلم	المدى
النقاط الكيماوية	٦٥ - ٧٥
أحماض أمينية ضرورية	٧٧ - ٨٤
نسبة كفاءة البروتين	٠,٥ - ١,٤
هضمية البروتين	٥٥ - ٩٢
القيمة البيولوجية	٤٥ - ٧٢
صافى استخدام البروتين	٣٥,٠ - ٥٣,٣

الكربوايدرات

جدول (٤) يعطى كربوايدرات اللوبيا.

جدول (٤) الكربوايدرات فى اللوبيا.

المكون	المدى (٪)
كربوايدرات كلية	٥٦,٠ - ٦٨,٠
نشا	٣١,٥ - ٤٨,٠
الألياف الخام	١,٧ - ٤,٠
سكريات كلية	٦,٠ - ١٣,٠
سكروز	١,٨ - ٣,١
رافينوز	٠,٤ - ١,٢
فرباسكوز	٠,٦ - ٣,١
ستاكيوز	٢,٠ - ٣,٦

ويلاحظ إرتفاع نسبة الألياف الخام بما فيها السيليولوز وهى تخفض نسبة الكوليسترول فى الدم.

الدهون

تبلغ نسبة الدهون ٠,٧ - ٣,٥٪ (الجدول ٥). والدهون المتعادلة أكثر أنواع الدهون والأحماض الدهنية غير المشبعة تكون ثلثى الأحماض الدهنية.

المعادن والفيتامينات

تبلغ نسبة الرماد ٣,٢ - ٤,٩٪ والجدول (٦) يعطى نسب المعادن والفيتامينات.

جدول (٥): الدهن والأحماض الدهنية فى اللوبيا.

المكون	النسبة (٪)
دهون كلية	٢,٠٥
فوسفوليبيدات	٣٦,٨٢
دهون متعادلة	٤٦,٨٨
ليبيدات كربوايدراتية	٨,٩٨
أحماض دهنية مشبعة	٣١,٩٠
حمض بالمتيك	٢٣,٥٠
حمض ستياريك	٥,٦٠
حمض اراكيديك	٠,٦٠
أحماض دهنية غير مشبعة	٦٨,١٠
حمض أوليك	٨,٤٠
حمض لينولييك	٣٤,٠٠
حمض لينولينيك	٢٥,٧٠

جدول (٦): نسب المعادن والفيتامينات فى اللوبيا.

المعادن (مجم/١٠٠ جم)			
كالسيوم	٧٠,٠–٣٢٤,٠	صوديوم	٢٣,٢ – ٢٤٤,٠
فسفور	٤١٤,٠–٥٤٠,٠	كبريت	٣٦,٦
حديد	٣,٨–٨,٨	بوتاسيوم	١١٥٦,٠
مغنسيوم	٢٣٠,٠	خارصين	٢٦,٦
نحاس	٠,٧٥	منجنيز	١,٩

الفيتامينات (/ ١٠٠ جم)	
كاروتين (ميكروجرام)	١٢,٠
ثيامين (مجم)	٠,٥١ – ٠,٥٩
ريبوفلافين (مجم)	٠,٢٠ – ٠,٢٢
نياسين (مجم)	١,٣ – ٢,٣
حمض فوليك (مجم)	٠,١٣
كولين (مجم)	٢١٦,٠

المواد المضادة للتغذية

يوجد مثبطات التربسين والكيموتربسين ومجموعة الرافينوز من بضع السكريات وعديد الفينولات. ومثبط التربسين لايُنَتْ non-dializable وحساس للحرارة والرطوبة وله وزن جزيئى ١٠٧٠٠ ، ١٣٣٠٠ وخالٍ من الميثيونين. وكلا مثبط التربسين والكيموتربسين حساس للحرارة تحت ظروف حمضية (الجدول ٧) وهما يوجدان بنسب أعلا من وجودهما فى الفول والعدس.

جدول (٧): مثبطا التربسين والكيموتربسين فى اللوبيا.

التركيز/الثبات	مثبط التربسين	مثبط الكيموتربسين
التركيز		
وحدات/جم وزن جاف	٣١١٠	١١٧٩
وحدات/مجم بروتين	٧,٢	١٩
الثبات ضد الحرارة		
(٪ النشاط بعد التسخين لمدة ٦٠ ق على ٩٥°م)		
ظروف متعادلة	٩٧,١	٩٧,٠
ظروف حمضية (٠,٢ يدكل)	١٨,٢	٣٤,٣

وطبخ اللوبيا يهدم مثبط التربسين ويحسن نسبة كفاءة البروتين من ١,٤ إلى ٢,٢ ويحسن الهضمية من ٧٩ إلى ٨٢,٦.

وبضع السكريات (مجموعة الرافينوز) التى تسبب إنتفاخ البطن flatulence توجد فى الفلقات أما عديد الفينولات فيوجد فى غطاء البذرة وتزداد نسبته فى الأصناف الملونة. وهى تنقص هضمية البروتين ونسبة كفاءة البروتين.

المعاملة والإستخدام
processing & utilization
الطبخ cocking

يفقد بروتين وكربوايدرات ورماد من اللوبيا بالطبخ وعدد من المعادن ولكن إذا استخدمت سوائل الطبخ فإن هذا التأثير يقل ومما يلاحظ أن نوع الطبخ يؤثر على الآثار الضارة. وتحسنت نسبة كفاءة البروتين من ١,٢ إلى ١,٣ بالطبخ تحت ضغط جوى أو في المعقم ونزلت إلى ٠,٣٦ بإستخدام حرارة جافة (الجدول ٨). والطبخ الجوى وفى المعقم أو فى أفران ذات درجات قصيرة/دقيقة لاتنقص الدهن أو البروتين أو الـ β-كاروتين أو فيتامين ج وإن أدى الطبخ فى أفران الموجات القصيرة/ الدقيقة إلى فقد فى بضعة أحماض أمينية. والطبخ يثبط مثبط التربسين بمقدار ٩٢ - ٩٧٪.

جدول (٨): تأثير الطبخ بالحرارة الجافة على جودة بروتين اللوبيا.

المعاملة	نسبة كفاءة البروتين	الليسين المتاح (جم/١٦ جم ن)	وحدات مثبط التربسين /مل
البقل الخام	١,٢١	٦,٤	٥,٤
فى معقم ١٥ ق، ١٥ رطل، ١٢١°م	١,٣٣	٥,٧	٤,٨
الطبخ الجوى، ٤٥ ق، ٩٠-٩٥°م	١,٣٤	٦,٣	٢,٦
حرارة جافة ٣٠ ق، ٢١٠°م.	١,٢٩	٤,٨	٣,٠
حرارة جافة ٣٠ ق، ٢٤٠°م	٠,٣٦	٢,٩	٤,٢

ونقع اللوبيا قبل الطبخ أنقص زمن الطبخ جوهرياً فبإستخدام صوديوم ٢٥٪ أنقص الوقت من ٧٥ إلى ٥٠ ق وإن أعطى نتائج سيئة للخواص الحسية والتغذوية.

الإنبات sprouting

إنبات بذور اللوبيا زاد من هضمية البروتين والنشا فى الزجاج *in vitro* (الجدول ٩) وعزى هذا إلى إطلاق البروتيوزات والأميلازات الداخلية أثناء الإنبات.

جدول (٩): تأثير الإنبات على هضمية بروتين النشا (على أساس الوزن الجاف).

مدة الإنبات (ساعة)	أحماض أمينية حرة (مجم/جم)	هضمية البروتين (٪)	سكريات مختزلة (٪)	نشا (٪)	هضمية النشا (مجم مالتوز/جم/٢ ساعة)
صفر	٦٥,٣	٦٠,٤	٠,٢	٤٩,٤	٢٣
٢٤	١٣٠,٠	٦٧,٣	٠,٩	٤١,٩	٤٦
٤٨	١٦٢,٥	٦٩,٦	٣,٨	٣١,٦	٥٠
٧٢	١٨٧,٥	٧٢,٠	٤,٠	٢٣,٣	٥١
٩٦	٢٢٥,٠	٧٤,١	٢٢,١	٢٢,١	٥٦

وإنبات بذور اللوبيا زاد من وقت الطبخ ومحتوى البكتين بينما أنقص محتوى الفيتات والكالسيوم (الجدول ١٠). ومجموع تفاعلات هذه المعالم الكيماوية معبراً عنه بأرقام ب كا مغ ف PCMP يرتبط مع سلوك الطبخ للوبيا.

جدول (١٠): خواص طبخ اللوبيا المنبتة.

المعلم	مدة الإنبات (ساعة) صفر	٢٤	٤٨
وقت الطبخ (ق)	٣٠.٦	٤٩.٤	٦٠,٤
(مستخلص مائى)			
فسفور الفيتين/الفسفور الكلى			
غير مطبوخ	٠.٣٧	٠,١٦	٠,٠٨
مطبـــوخ	٠,١٧	٠.١٢	٠,٠٦
كالسيوم (ميللى مكافىء/جم)			
غير مطبوخ	٢,٤٠	٢,٠٨	١,٣٧
مطبـــوخ	١,٧٦	١.٦٠	١.٠٦
نسبة الفقد فى الطبخ (٪)	٣٦,٧	٢٣,٠	١٦,٥
أرقام ب كا مغ ف غير مطبوخ	٨,٧٦		٩,٦٢
مغنيسيوم (ميللى مكافىء/١٠٠ جم)			
غير مطبوخ	٧,٠٦	٦,٣٦	٥,٩١
مطبـــوخ	٦,٤١	٦,٠٠	٥,٨٠
نسبة الفقد فى الطبخ (٪)	٩,٣	٤,١	١,٩
حمـــض الجـــالاكتيوروينيك			
(بكتين) (ميللى مكافىء/١٠٠ جم)			
غير مطبوخ	٠.٧٠	-	٨,٧٦
مطبـــوخ	٢,٥٨	-	٦,٤٤

أرقام ب كا مغ ف = بكتين حر + (كا$^{++}$ + ٢١١ مغ$^{++}$) + فيتين

الخبيز والطرق التقليدية

فـى غـرب أفريقيـا يصنـع مـن اللوبيـا المنقوعـة والمنزوعة القشر أطباق مجمدة ومعاملة بالبخار أكارا akara وموان موان moin moinبالتتابع. والأكارا يمكـن إستخدامها طازجـة الإعـداد أو مجمـدة أو كخبز مع أطباق السمك والدواجن. وعند إستخدام نوعين من اللوبيا منقوعة ومنزوعة القشر ثم منقوعة وغير منزوعة القشـر فـى إعـداد الأكـارا وجـد أنـها مقبولة لاتختلف عـن تلـك المصنوعـة تقليديـاً بـل يمكن طحنها بحيث يتجنب النقع وإزالة القشرة.

كمـا أسـتخدم جريـش اللوبيـا فـى عمـل دونـت doughnut بـالإحلال محـل دقيـق القمـح علـى مسـتويات ١٠، ٢٠، ٣٠٪ ووجـد أن الجريـش أنتـج عجيناً له مظهراً محبباً وإن كانت الدونت مقبولة. وأن إمتصـاص الدهـن - حتـى ١٠٪ إسـتبدال - أعطى نتائج مقارنة حسياً مع الدونت المصوعة من دقيـق قمـح كـامل وأن مسـتويات الزيـت كـانت متماثلة وكذلك الرطوبة. وهذا يساعد على إستهلاك اللوبيا ويحسن من الليسين.

البثق extrusion

أزيلت قشور اللوبيا وعدلت محتويات الرطوبة إلى ٢٠، ٣٠، ٤٠٪ وقطعت إلى جريش خشن ثم بثقت علـى ١٥٠، ١٨٥، ٢٠٠°م وقـد وجـد أنـها أعطـت خواصاً فيزيقية بالبثق على النسب المختلفة للرطوبة ومع درجات الحرارة المختلفة. وهذه طريقة لإنتاج أكلات خفيفة معدة للأكل.

اللبن

تم تجنيس المستخلص المائى للوبيا المطحونة مع زيـت الصويـا ووجـد أن المسـتحلب ثـابت وأن المغذيات به مشابهة للبن الحيوان وإن إحتاج الأمر لتكملة ببروتينات الحبوب.

الدقيق

وُجـد أن مسـحوق اللوبيـا المجفـف بالإسـطوانات يتحمل التخزيـن لمـدة ٢٤ أسبوعاً علـى ٣٧°م دون

تغير البروتينات أو الأحماض الأمينية أو الليسين المتاح.

وتأثير إزالة القشرة والطبخ بالبخار حسن نسبة كفاءة البروتين من ١,١٦ إلى ١,٤٧ وهضمية البروتين من ٧٣ إلى ٧٨٪. وأن إمتصاص الكالسيوم والفوسفور زاد بينما نقص إمتصاص الحديد والخارصين ونقصت مستويات مثبط التربسين والتانينات والفيتات فبإزالة القشرة يتبعها المعاملة بالبخار زاد من تغذوية اللوبيا خاصة اللوبيا الملونة والتى بها نسبة تانين عالية. وخلط اللوبيا مع الذرة فى مستوى ٥٠٪ زاد نسبة كفاءة البروتين للبدرة من ١,٢٢ إلى ١,٨٤.

(Chavan, Kadam & Salunkhe)

لوبيا قرمزية scarlet runner bean

الإسم العلمى *Phaseolus coccineus*

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminosae (pea)

بعض أوصاف

هى ذات سنتين ولكن تزرع كحولية وأوراقها لها ٣ وريقات عريضة ٣-٥ بوصة فى الطول وبدون أسنان والأزهار القرمزية البراقة ٣/٤ - ١ بوصة فى الطول وفى عناقيد. (Everett)

وهى تشبه الفاصوليا وهى متسلقة.

وهى تستهلك طازجة وإن علبت أحياناً أو جمدت.

وهى تشبه فى القيمة التغذوية الفاصوليا الزبدية kidney وهى مصدر جيد لفيتامينى أ، ج وكذلك الحديد.

والبروتين ينقصه الميثيونين والسيستين وتحتوى على بروتين ضعف الموجود فى الحبوب وهما يكملان بعضهما من حيث الأحماض الأمينية.

اللوتس Lotus

الإسم العلمى *Nelumbo nucifera* Goertner

الفصيلة/العائلة: النيلوفرية

Nymphaeacea (water lily)

بعض أوصاف

هو عشب ينمو فى المستنقعات والمياه الضحلة والريزومات تنمو فى الحقل وترسل الأوراق والأزهار فوق الماء. والريزومات الرقيقة تنبسط كثيراً وتتفرع وتكون جذوراً عند العقد والتى تحمل ورقة واحدة وزهرة عند بعض إبط الأوراق. وأنصال الأوراق المستديرة خضراء ٧٠سم أو أكثر فى العرض ولها شكل سلطانية و ٢٠٠ عصب مرتبة شعاعياً. والأزهار ١٠ - ٢٠سم فى العرض ويمتد تحتها أربعة قنابات تنتهى فى سويقة جذرية (٢م فى الطول) وهذه شائكة قليلاً والبتلات عديدة وردية عميقة وأحياناً بيضاء. وفى وسط الأزهار يوجد سداة صفراء كثيرة وتخت مخروطى مقلوب به كثير من الخروم وكل منها يحتوى مبيض والتخت يتحول إلى تركيب مخروطى مقلوب كبير واسفنجى مسطح من القمة وينضج عن ٢-٣ نُقل nuts. والنقل إهليلجى أو بيضى مقلوب لونه بنى غامق مع قشرة صلبة وحوالى ٢سم فى الطول.

وقد عرفت فى مصر القديمة. وفى اليابان الآن ١٠٠ صنف منها ١٠ كمحاصيل غذائية ولها ألوان مختلفة أبيض-وردى خفيف، وردى مخطط، وردى

معرق- أصفر، برتقالى مصفر .. الخ. وأشكال مزدوج الأزهار أو متعدد الرؤوس.

والأجزاء المأكلة هى الريزومات والبذور ولو أنه فى الصين فإن التخت غير الناضج قد يؤكل مقلياً أو محمراً. وقمة الريزوم دهنية وثخينة أكثر من الأجزاء المأكلة للأوراق من الريزوم وبها مابين العقد ١-٣ وحتى ٣٠ سم فى الطول وفى العرض حوالى ١٠سم. وتحمل ١٠ أنابيب كفراغات هواء وتسمى جذور اللوتس Lotus roots. وجذور اللوتس المغلية فى الماء تعلب وتصدر من الصين وهى تؤكل فى اليابان مغلية ومنكهة مع صلصة صويا والسكر أو تحمر وقد تخلل ويحضر منها نشا ويستخدم مع تابل فى الخنزير لعمل الشوربة. وتحتوى ٢٪ بروتين، ٠,١٪ دهن، ٦٪ نشا، وكثير من الصوديوم وفيتامينات ب، ج، ئى ويحضر منه نشا هضيم أروروت arrowroot. (Vaughan)

وبعد إزالة القشرة الصلبة البنية من البذرة البيضية المقلوبة إلى المستديرة تظهر قصعة بنية رفيعة وهى ١٣ - ١٧مم فى الطول أما الحَرْشَفَة والسويقة الجنينية السفلى hypocotyl وهما مران فيجب إزالتهما. والبذور غير الناضجة قليلاً لها مذاق حلو ويمكن أكلها خام أما فلقات البذور الناضجة فصلبة ويجب غليها قبل الأكل والبذور المقلية تعلب وتصدر كما أنها تقند وتؤكل كعُقْبَة. ويجب إزالة الجنين الأخضر المر قبل الأكل. وتحتوى ٦٠٪ نشا، ١٧٪ بروتين، ٢,٥٪ دهن وهى غنية فى فيتامين ج. (Vaughan)

واللوتس ذو الأزهار الصفراء *N. lutes* ريزوماته ليست سميكة وقد أكلها الهنود الأمريكيون. *Euryale ferox* Roxls من نفس العائلة ويوجد فى الهند والصين وجنوب اليابان وله أنصال أوراق كبيرة دائرية ٣٠-١٠٠سم فى العرض تعوم على سطح الماء ولها أزهار أصغر ٤ سم فى القطر ويستخلص منها نشا حلو يستخدم فى عمل كيكة أرز فى اليابان وفى الصين الوسطى قاعدة النبتة والسويقات تستخدم كخضروات بعد إزالة الجلد. (Macrae)

والجذور بعد التقشير يمكن أن تقطع وتسمط scalded وتستخدم فى السلطة أو تبشر وتؤكل خام. ويجب وضعها فى ماء محمض لأنها تتحول للبنى بمجرد تعرضها للهواء وهى يمكن غليها فى هذا الماء ثم تؤكل مع بعض السكر وأحادى جلوتامات الصوديوم وملح. وهى تغلى وتسحق لعمل كفتة منها أو مع العدس والكرى، كما تجفف. كما أن الأوراق يلف بها السمك أو الخنزير قبل المعاملة بالبخار. والبذور إذا جمعت قبل النضج يكون لها مذاق نُقَلِى وهى بيضية سوداء وحوالى ٢سم فى الطول ولكن بعد النضج تحتاج إلى التحميص أو الغليان مع إزالة الجنين المر. وتستعمل فى الشوربة فى الصين.

الأسماء: بالفرنسية lotos/lotus، وبالألمانية Latusblume/Lotos، وبالإيطالية loto، وبالأسبانية minfea/loto. (Stobart)

لاز

لوز almond

الإسم العلمى: الحلو *Prunus dulcis* Miller (D.A. Webb syn) *Prunus amygdalus* Batsch from the wild sp. *Amygdalus communis* L.

المر *Prunus amygdalus* var. amara

الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae

بعض أوصاف

الفرق بين الحلو والمر هو مورث سائد. واللوز هو شجرة النقل الرئيسية فى العالم.

وثمرة اللوز تعرف نباتياً كحَسَلَة drupe وتتكون من ثلاثة أجزاء: (١) الغلاف الثمرى الخارجى exocarp (الجلد) وهى زغبة pubescent، (٢) الغلاف الثمرى الأوسط mesocarp وهو لحمى ويصبح القشرة hull، (٣) الغلاف الثمرى الداخلى endocarp (القشرة).

البذرة

حبة اللوز هى البذرة والتى تتطور من بُوَيْضَة. وبالرغم من وجود بُوَيْضَتَان فى الزهرة واحدة فقط عادة تتطور لإنتاج حبة واحدة. والبذرة ماكلة لأنه ينقصها الأميجدالين amygdalin وهو المركب ألمر فى كثير من البذور. وتتكون البذرة من جنين (وقد يشار إليه باللحم meat) محاطاً بغطاء البذرة أو العِذْقَة testae ويشار إليه بالقشرة الرقيقة pellicle أو الجلد skin. والجنين يتكون من محور السويقة الجنينية السفلى hypocotyl - جذر مع نقاط نمو للجذور والنبتات والتى تظهر بالإنبات، وفلقتان كبيرتان والتى هى أعضاء تخزين وتحتوى المركبات ذات الطاقة العالية المميزة للوز.

وحبات اللوز من الأصناف المختلفة لها خواص مميزة للحجم والشكل والمظهر والثخانة والقشرة الرقيقة والنكهة إلى حد ما. والحبات المزدوجة تنتج عندما تتطور حبتان فى قشرة النقل أما الحبات التوأم فتنتج عندما يتطور ٢ أو أكثر من الأجنة داخل نفس القشرة الرقيقة pellicle.

الحصاد والمناولة والتخزين

الحصاد harvesting

يجب حصاد نُقْل اللوز بعد النضج بأسرع مايمكن لتجنب فقد الجودة ولتقليل مشاكل الإصابة بالفطر ومهاجمة الحشرات. والدلائل المستخدمة لتحديد طور النضج وتواريخ الحصاد المثلى تتضمن تفتح القشرة (الإنشقاق) وإنفصال القشرة ونقص القوة اللازمة لإزالة الثمرة وجفاف القشور والحبوب. وقد يتم الحصاد بالمكن ويهز اللوز من على الشجر إلى الأرض ثم بعد أسبوع من الجفاف يجمع اللوز فى صفوف ويعامل بحصادات ميكانيكية ثم ينقل إلى مكن إزالة القشرة والذى يفصل القشور.

المناولة بعد الحصاد

post-harvest handling

يبتدىء جفاف الحبة والنقل لازال على الشجر ثم يستمر بعد وقوع الحبوب على الأرض وفى ظروف المطر أو البرد تستخدم مجففات هوائية لإنقاص محتوى الرطوبة إلى ٧٪ أو أقل. واللوز الموجود فى التجارة يتراوح مابين ٤-٥٪ رطوبة واللوز المجفف ينقل بالحجم إلى مصانع المعاملة حيث يخزن فى قواديس أو سيلو أو أوعية تخزين أخرى لمدة عدة أسابيع إلى عدة أشهر قبل المعاملة النهائية والتحضير للسوق.

وهو يبخر أولاً فى القشرة بواسطة بروميد الميثيل أو فوسفيد الألومنيوم أو المغنيسيوم وهذه مميتة لكل أطوار الحشرات ويراقب المتبقى من المبخر لضمان أنه تحت حدود القانون.

ويمكن الإحتفاظ بـاللوز فى جو مضبوط من ٠,٥٪ أكسجين ، ١٠٪ ك أ، لضبط الحشرات ويمكن إستخدام التجميد فى المنازل أو العمليات الصغيرة.

التخزين storage

يتميز اللوز ومنتجاته بالعمر الطويل بالنسبة لأنواع النقل الأخرى وهذا يرجع إلى إنخفاض الرطوبة ووجود مستويات منخفضة من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع ومستويات عالية من التوكوفيرول ويجب تخزين اللوز على صفر – ٥°م، ٦٥ – ٧٠٪ رطوبة نسبية لتقليل الهدم. والتعرض لضوء الشمس المباشر يسبب إغمقاق الجلد ويقلل عمر الرف. ولما كان اللوز يمتص الرائحة بسهولة فيجب عدم تعريضه للروائح النفاذة من البصل أو الفاكهة الطازجة أو السمك أو الجبن أو البوية أو الكيماويات أو المركبات الأخرى. وتعتمد المحافظة على جودة وأمان اللوز ومد عمر التخزين على الرطوبة النسبية الأصلية ونسبة الرطوبة ودرجة حرارة التخزين وإستبعاد الأكسجين والحشرات. وهيئة الأغذية والأدوية الأمريكية تعرف المحتوى الرطوبى الآمن (أى الذى لايدعم نمو الفطر) كنشاط ماء لايتجاوز ٠,٧٠ على ٢٥°م وهذا يساوى محتوى رطوبى ٧٪. وأمثل مدى للوز غير المحمص هو ٤–٦٪ رطوبة.

والعلاقة مابين المحتوى الرطوبى ونسبة الرطوبة المتوازنة (ن.ر.و ERH equilibrium relative humidity) تتوقف على درجة الحرارة فمن ٢٠ – ٨٠٪ ن.ر.و ERH (لأى محتوى رطوبى) فإن ن.ر.و ERH ترتفع تقريباً ٣٪ لكل إرتفاع قدره ١٠°م. وعند نسبة رطوبة (ن.ر RH) معينة فإن الهواء يحتوى بخار ماء أكثر على درجة حرارة عالية عن درجة حرارة منخفضة. ودرجات الحرارة مابين صفر، ٥°م يوصى بها للوز ودرجات الحرارة الأقل تسمح بعمر تخزين أطول (حتى ١ سنة).

والأكسجين المنخفض (٠,٥٪ أو أقل) ينفع فى حفظ جودة النكهة إذ يؤخر التزنخ ويضبط الحشرات. ويمكن إستبعاد الأكسجين بالتعبئة تحت فراغ أو إحلال نتروجين محل الأكسجين فى التخزين والنقل. ويمكن مد عمر التخزين للوز حتى سنتين تحت جو منخفض الأكسجين على صفر°م.

الجودة وعوامل الأمان
quality & safety factors

عوامل المظهر الهامة للوز المُسَوّق فى القشرة تتضمن سلامة القشرة وانفتاح خط الإتصال للأجزاء المتجاورة suture opening ولون القشرة.

وعيوب الحبوب تشمل الضرر من الحشرات والعفن والضرر الميكانيكى والصموغ ونمو الكَنَب callus والذبول والإزدواج. وتُدَرَّج الحبوب للحجم. وقرائن الجودة تشمل الخلو من جسيمات التراب والمواد الغريبة الأخرى والوحدة فى الشكل واللون.

وعوامل القوام تشمل القصافة والتماسك وهما يتأثران بمحتوى الرطوبة فاللوز المحمص عادة أكثر قصافة من اللوز الخام.

وجودة النكهة تعتمد على الحلاوة والزيتية وشدة نكهة اللوز وغياب نكهات غريبة ناتجة من تزنخ أو

الأجُون أو أسباب أخرى. ومشكلة أخرى تسمى "الضرر الخفى concealed damage" وتظهر فى غمقان داخلى ونكهة فقيرة بعد التحميص تتعلق بظروف مبتلة ودرجات حرارة عالية أثناء التخزين المؤقت بعد الحصاد.

وعوامل الأمان تتعلق أساساً بإمكان التلوث بالسميات الفطرية خاصة الأفلاتوكسين. والتلوث يمكن أن يحدث فى الحديقة أو أثناء المناولة بعد الحصاد إذا لم يتبع ما أوصى به من مناولة وتخزين.

وبقايا المبيدات المستخدمة لضبط الحشرات وأهمها دودة البرتقال أبو صرة navel orange worm (*Anyelois transitella* Walk) نقصت بمقدار ٤٠٪ خلال السنوات العشر الأخيرة.

وأكسيد البروبيلين - وهو المعقم الوحيد الذى تمت الموافقة عليه للنُقل - عادة يؤثر على البكتيريا وأقل تأثيراً على الخمائر والعفن. والنُقل يعامل فى غرف فراغ مصممة خصيصاً وبعد المعاملة تغسل بالهواء عدة مرات تحت فراغ لإزالة آثار أى غاز باق. ثم يدخل حمل كل غرفة إلى مساحة تهيئة حتى يعلن خلوه من البقايا ومن حمل الكائنات الدقيقة. ويوصى بإستخدام المنتجات المعاملة بأكسيد البروبيلين حيث يدخل اللوز الخام فى منتجات الألبان مثل الجبن أو الزبادى أو فى الأغذية ذات الرطوبة العالية أو يستخدم حيث تكون الكائنات الدقيقة حساسة.

التكوين composition

الجدول (١) يعطى التكوين الكيماوى والقيمة الغذائية للوز.

جدول (١): التكوين الكيماوى والقيمة الغذائية للوز (فى كل ١٠٠جم من الجزء المأكلة).

المكون	المتوسط	المكون	المتوسط	المكون	المتوسط
ماء (٪)	٤,٤	أحماض دهنية		حمض بانتوثينيك (مجم)	٠,٥
بروتين (٪)	١٩,٩	مشبعة (جم)	٤,٩	فيتامين ج (مجم)	٠,٦
دهن (٪)	٥٢,٢	وحيدة عدم التشبع (جم)	٣٣,٩	المعادن (مجم)	
كربوايدرات (٪)	٢٠,٤	عديدة عدم التشبع (جم)	١١,٠	كالسيوم	٢٦٦
ألياف (٪)	٢,٧	فيتامينات		فسفور	٥٢٠
رماد (٪)	٣,٠	فيتامين أ (وحدة دولية)	صفر	حديد	٣,٧
سكريات (٪)	٤,٤	ثيامين (مجم)	٠,٢	صوديوم	١١,٠
طاقة (ميجاجول)	٢,٤٧	ريبوفلافين (مجم)	٠,٨	بوتاسيوم	٧٣٢
		حمض نيكوتينيك (مجم)	٣,٤	مغنيسيوم	٢٩٦

الإستخدام

يؤكل اللوز وحده أو يدخل في كثير من المنتجات مثل الحلوى وأغذية الصحة ومنتجات الخبيز والحبوب والجيلاتي والمحفوظات الجافة وغيرها وقد تكون كاملة أو مقطعة أو مكعبة أو شرائح أو مشقوقه أو منصفة وغيرها. وهي في الحلويات تعزز النكهة والتقبل بخفض حلاوة المنتج النهائي وبإضافة الكرنش crunch وبزيادة القيمة الغذائية وتحسين إغراء البيع.

• **التصنيع manufacturing**

التحميص roasting

نكهة معظم أنواع اللوز خفيفة قبل التحميص الذي يعطي القوام والنكهة القوية وهو يضاف في الشكولاتة بعد التحميص والتحميص قد يجرى في الهواء الساخن أو الزيت الساخن وفي الزيت فقد يلتقط بعض زيت التحميص. واللوز المحمص جافاً له نكهة محمصة وقوام أصلب نوعاً ونسبة رطوبة أقل (تحت ٢٪). أما في التحميص بالزيت فيلتقط اللوز كمية صغيرة عادة ٣-٤٪ تقريباً وتساوى نسبة الرطوبة التي تخرج منه أثناء التحميص.

السلق blanching

سلق اللوز عبارة عن نقعه في ماء ساخن ثم تقشير الحبوب بإستخدام إسطوانات. واللوز المسلوق له نكهة أخف وقوام أطرى عن اللوز غير المقشر ويفضل اللوز المسلوق حيث قد ينفصل القشر البني بالطبخ أو أنه تُقل أخف يكون مطلوباً.

زبدة اللوز almond butter

تعمل بطحن اللوز المحمص الجاف مع ملح وسكر ومثبت وغيرها. والنكهة السائدة هي اللوز المحمص. وهي تشبه زبدة السوداني مع قوام أكثر زيتية وتستخدم في إستخدامات كثيرة.

عجينة اللوز والمرزبيان

almond paste & murzipan

تستخدم في المنتجات والخبيز والفطائر والحلوى والمرزبيان يشكل بأشكال مختلفة وقد يغطى بالشكولاتة وتنتج عجينة اللوز بطحن اللوز المسلوق الخام مع سكر.

• **زيادة عمر الرف extending shelf life**

مع نسبة رطوبة مرتفعة ونشاط مائي مرتفع في البيئة المحيطة فإن عمر الرف أقصر وعموماً فإن السلق يقصر من ثبات الرف بحوالي ٢٥- ٥٠٪. وكذلك الشرائح والتكعيب والتحميص يسرع من الهدم ولذا يحفظ اللوز المحمص بإستبعاد الأكسجين وهو يبقى سنة أو أكثر إذا حفظ في علب أو رقائق معدنية أو زجاج تحت فراغ أو نتروجين. واللوز المحمص الجاف يميل إلى أن يكون له عمر رف أطول عن المحمص في الزيت. وجودة ثبات اللوز المحمص في الزيت تتوقف على نوع وجودة زيت التحميص. والمنتجات المطحونة دقيقاً مثل عجينة اللوز وزبدة اللوز لها عمر رف طويل (<١ سنة) لأن الجسيمات تعبأ بإحكام مع بعضها مستبعدة الأكسجين. واللوز المحمص في عبوة خالية من الأكسجين له عمر رف من ١-٢ سنة على درجة حرارة الغرفة، وإذا أريد زيادة مدة التخزين أو أن

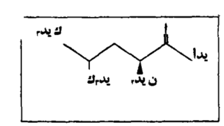
ظروف التخريس كانت قاسية فيمكن إستخدام مضادات الأكسدة وفى هذه الحالة يزيد التخزين إلى ٢-٣ أمثال عمر الرف. والعبوة المثالية للوز تستبعد كلا من الرطوبة والأكسجين.

(Macrae)

لوسين **flocculation**

هو ل: حمض ٢-أمينو-٤-ميثيل فاليريك L: 2 amino-4-methylvaleric acid وزنه الجزيئى ٣١,١٧ وهو حمض أمينى ضرورى للإنسان.

وهو صفائح سداسية لامعة بيضاء من الكحول المائى يتسامى عند ١٤٥ - ١٤٨°م وله ج ث pKa ٩,٦ على ٢٥°م ، ر R_f ٠,٧٩ ويذوب فى الماء جم/لتر ٢٢,٧ (صفر°م) ، ٢٤,٢٦ (٢٥°م) ، ٢٨,٨٧ (٥٠°م) ، ٣٨,٢٣ (٧٥°م) ، ٥٦,٣٨ (١٠٠°م) وفى كحول ٩٩٪ ٠,٧٢ وفى حمض الخليك ١٠,٩ ولايذوب فى الإيثير.



والـ دل عبارة عن وريقات من الماء وحلو المذاق يتكسر على ٣٣٢°م وله ج ث ٢,٣٦ و ج ث ٩,٦٠ ويذوب فى الماء ٧,٩٧ (صفر°م)، ٩,٩١ (٢٥°م)، ١٤,٦ (٥٠°م)، ٢٢,٧٦ (٧٥°م)، ٤٢,٠٦ (١٠٠°م) كما يذوب فى ٩٠٪ كحول ولايذوب فى الإيثير.

(Merck)

لوْن

اللون **colo(u)r**

خواص الصبغات الطبيعية

properties of natural pigments

الألوان الطبيعية فى المواد الغذائية تنتج أساساً عن ثلاث طرق:

١- قد تكون موجودة أصلاً فى الغذاء الحيوانى أو النباتى الذى يأتى منه الغذاء مثل الكلوروفيل فى الخضروات الخضراء.

٢- قد تولد أثناء المعاملة مثل منتجات تفاعلات مايارد maillard المبينة فى البصل المُحَمَّر.

٣- قد تضاف عنية مثل الـ β-كاروتين فى عصير البرتقال.

الصبغات الموجودة طبيعياً

مدى المركبات المسئولة عن اللون الطبيعى فى المواد الغذائية محدود. والنباتات مصدر أولى وهى تعطى أنثوسيانينات وكاروتينويدات وكلوروفيلات كمجموعات رئيسية مع مساهمات محدودة من مركب كالبيتانينات betanins ولون الكركم curcumin.

(للأنثوسيانينات والكاروتينويدات والكلوروفيلات وصبغات الهيم المرجو الرجوع إلى كل منها)

الصبغات النباتية الأخرى

تخلق بعض النباتات مجموعة صبغات تعرف بإسم البتالينات betalins وهى توجد فى أشكال حمراء (بيتانينات betanins) وفى أشكال صفراء (فولجازانثينات vulgaxanthins) (الصورة ١).

والبيتالينات ذائبة في الماء وعادة ثابتة على جيد متوسطة الحموضة ولكن الحرارة والضوء والأكسجين يسرع من هدمها ولو أنها محدودة التوزيع فإن أهمية البيتالينات خاصة البيتانينات تعزز بوجودها في عدد من المحاصيل الهامة كالأمارانث والسلق chard والبنجر.

بيتازانثين (أصفر)

بيتاسيانين (أحمر)

بيتانين ر/ = جلوكوز

بيتانيدين ر/ = أيد

قبل البيتانين

ر/ = جلوكوز-٦-كبريتات

فولجازانثين

١ ر/ = ن يد٢

٢ ر/ = أيد

الأبيميرية epimerization

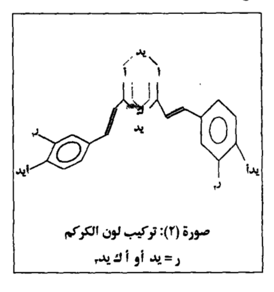
أو مشابه البيتانين يحدث

عند الموقع ⊗

حامل لون البيتالايين

صورة (١): تركيب البيتالاينات.

والدرنات الصفراء للكركم turmuric (*Curcuma longa*) معروفة كتابل وكمادة ملونة عندما تجفف وتطحن إلى مسحوق والصبغة المعروفة كلون الكركم curcumin لها التركيب كما في الصورة (٢) وهذه خاضعة لتوازن كيتو/اينول وتتحول الصبغة إلى شكل برتقالي غير ثابت على جيد أعلا من ٧.



صورة (٢): تركيب لون الكركم

ر = يد أو أ ك يد٣

الصبغات المولدة أثناء المعاملة

pigments generated during processing

هذه الصبغات المولدة أثناء المعاملة أو الطبخ من أقل المركبات تعريفاً من حيث التركيب الكيماوي وهي تقع في مجموعتين: من المواد الفينولية وعديد الفينول أكسيداز وتلك الناتجة عن تفاعل مايارد Maillard غير الإنزيمي بين السكريات المختزلة والأحماض الأمينية (المرجو الرجوع إلى كل منها).

الصبغات الطبيعية المضافة عنية إلى المواد الغذائية

natural pigments deliberately added to foodstuffs

تأتي الصبغات الطبيعية المضافة عنية إلى المواد الغذائية من الطوائف المذكورة أعلاه ولستة منها

المسموح بها فى السوق الأوربية المشتركة European Economic Community تظهر فى الجدول رقم (١).

جدول (١): الألوان والصبغات الطبيعية التى تغطيها السوق الأوربية المشتركة.

اللون	رقم هـ
الأحمر	
ألكانت alkanet	
كارمين (كوتشينيل)	هـ ١٢٠
أوركيل	هـ ١٢١
أحمر إلى أصفر	
كاروتينويدات	هـ ١٦٠
أناتو	هـ ١٦٠ (ب)
β-كاروتين	هـ ١٦٠ (أ)
β-ابو-٨'-كاروتينال	هـ ١٦٠ (هـ)
الإستر الإيثيلى	
ل أبو-٨'-حمض الكاروتينويك	هـ ١٦٠ (ف)
كانتازانثين	هـ ١٦١ (ز)
زانثوفيل وغيرها	هـ ١٦١
أحمر إلى أرجوانى red to purple	
أنثوسيانينات	هـ ١٦٣
أحمر البنجر	هـ ١٦٢
الأصفر	
لون الكركم	هـ ١٠٠
لاكتوفلافين (ريبوفلافين)	هـ ١٠١
ريبوفلافين-٥'-فوسفات	

اللون	رقم هـ
أخضر	
كلوروفيل	هـ ١٤٠
نح-كلوروفيل	هـ ١٤١
بنــى	
كارامل	هـ ١٥٠
أســود	
أسود الكربون، نباتى	هـ ١٥٣
ألوان غير عضوية	
كربونات الكالسيوم	هـ ١٧٠
أكسيدات الحديد وأيدروكسيداته	هـ ١٧٢
ثانى أكسيد التيتانيوم	هـ ١٧١
ذهب	هـ ١٧٥
فضة	هـ ١٧٤
ألومنيوم	هـ ١٧٣

الأزرق والأحمر blues & reds

معظم مستخلصات الأنثوسيانينات مشتقة كنواتج ثانوى لصناعة النبيذ أو عصير العنب ويحصل على بعضها أيضاً من الكشمش الأسود black currant والبلسان elderberry والكرنب الأحمر red cabbage ومن الخبازى hibiscus يأتى مستخلص أنثوسيانين مقارن الصبغة copigmented anthocyanin لدرجة لون shade أكثر زرقة عن معظم الأنثوسيانينات. ويحدث الإستخلاص بإستخدام ماء محمض أو كحول وأحياناً فى وجود كبريتيت كمضاد للأكسدة

(وهذا يجب إزالته بعد ذلك) ثم تركز المستخلصات إلى سائل أو تجفف إلى مسحوق. والمستخلصات كلها غير نقية بل تتكون من مختلف الأنثوسيانينات مع نواتج هدم متبلمرة.

ومستخلصات الأنثوسيانينات مناسبة للأنظمة المائية ولايمكن إستخدامها مع الأغذية الدهنية ولا مع الأغذية التي لها جيد أعلى كثيراً من ٤. وهي معرضة للصبغ المقارن والتعقيد، فمثلاً في وجود القصدير tin أو الحديد أو الألومنيوم (كما في الفواكه المعلبة) يمكن أن تسبب إزرقاقاً ملحوظاً. وهي تبيض عكسياً بواسطة الكبريتيت ولكن تتكسر تكسراً غير عكسي بواسطة حمض الأسكوربيك والمركبات الفينولية الأخرى مثل مولد السيانيدين procyanidin (تانينات tannins) فتميل إلى ترسيب مقارن أو تكوين سديم haze. وقد تتفاعل المستخلصات الخام مع بروتينات الأغذية مثل الجيلاتين. وهي تلون كثيراً من المنتجات مثل المشروبات الخفيفة حيث هي ثابتة على جيد منخفض وتقاوم بإعتدال درجات حرارة البسترة.

ومستخلصات البيتانين تحضر من عصير البنجر والذي يخمر لإزالة السكر ثم يجفف إلى مسحوق وهو ثابت على جيد ٣ - ٧ ولكنه يتأثر بالحرارة والضوء والأكسجين والكبريتيت. وتستخدم في منتجات الألبان مثل الجيلاتي والزبادي والعُقْبَة الفورية instant desserts حيث لاتستخدم حرارة. والأنثوسيانيات تتأثر برقم ج يد المرتفع.

والكوتشينيل الأحمر cochineal يشتق من الأجسام الجافة لحشرة *Coccus cacti* ويتكون من صبغة عديد الأيدروكسي الأنثروكينون polyhydroxy anthoquinone المعروف بإسم حمض الكارمينيك carminic acid والصبغة المرسخة/المعدنية lake مع الألومنيوم يعرف بالكارمين carmine وذائب في الماء على جيد ٣ أو أعلا . وثابت للحرارة جداً وللضوء والأكسجين ويستخدم في المشروبات الخفيفة وحلويات السكر ومنتجات الألبان.

البرتقالي والأصفر orange & yellow

الكاروتينويدات عموماً قابلة للذوبان في الزيت والدهن ولذا تستخدم في تلوين الأغذية الدهنية مثل المرجرين والجبن والمستخلصات المستخدمة في مذيبات عضوية تشمل كابسانثين capsanthin من البابريكا واللوتيين lutein من *Tagetes erecta* (Aztec marigold) والـ β-كاروتين من الجزر والليكوبين من الطماطم وكذلك الأناتو annatto من *Bixa orellana* وهو يتكون من البيكسين وهذا إستر ميثيلي قابل للذوبان في الدهن لحمض كربوكسيليك كاروتينويدي يعرف بإسم توربيكسين والحمض الحر نفسه قابل للذوبان في الماء ولذا يصلح لتلوين الأغذية المائية وإن كان يترسب على جيد منخفض ويميل إلى أن يعقد مع المعادن ثنائية التكافؤ على جيد عالٍ. والأناتو يمكن أن يُجْعَل قابلاً للذوبان في الماء تماماً بالحلمأة القلوية لإعطاء الأملاح.

وكاروتينويد آخر قابل للذوبان فى الماء هو الكروسين crocin وهو إستر لثانى حمض الكربوكسيليك كروسيتين crocetin وهو الصبغة من الزعفران saffron (*Crocus sativus*).

وكذلك يمكن إستخلاص الصبغة من بذور *Gardenia* spp. وكلاً من الأناتو والكروسين معرضين لتحولات اللون والذى يحدث خلال التفاعل مع بروتينات الأغذية. كما أن الكروسين معرض للتبييض بواسطة الكبريتيت وللتفاعل مع المعادن الثقيلة.

وكاروتينويدات مخلقة ولكن "تماماً كالطبيعية nature identical" متاحة أيضا لتلوين الأغذية وأساساً β-كاروتين ، β-أبوكاروتينال β-apocarotenal والكانتازانثين canthaxanthin. وهذه عموماً تستخدم فى أنظمة مبنية على الزيت ولكن يمكن أيضاً جعلها مشتتة فى الماء بواسطة طرق فيزيقية (الإستحلاب والكبسلة encapsulation) وبذا تستخدم فى تلوين المشروبات الخفيفة الغائمة. ويدخل الكانتازانثين أيضاً فى غذاء السالمون البرى ليحل محل الكاروتينويدات التى يستهلكها السمك البرى عادة وبذا نضمن لحم وردى. وكذلك أستخدمت الكاروتينويدات فى تغذية الدواجن المرباة والتى لايصلها أى كاروتينويدات مع الغذاء الأخضر لضمان أن صفار البيض يكون عنده لون كاف.

ولون الكركم وهو مستخلص منزوع الرائحة من الكركم يعطى صبغة صفراء نافعة وإن كان إستخدامه محدود بحساسية للضوء وتوقفه على ج.يد. وهو مع الأناتو يستخدمان لإعطاء درجة اللون الأصفر المطلوب فى جيلاتى الفانيليا وكذلك فى حلويات السكر والشوربة والصلصة.

الأخضر green

يحضر مستخلص الكلورفيل بإستخدام مذيبات عضوية من مصادر مثل العشب أو أوراق الألفالفا. والمستخلص الأخضر يمكن إستخدامه لتلوين الأغذية الدهنية مباشرة وإن كان عادة يحول إلى معقدات نحاس لإعطاء أخضر أكثر لمعاناً ويتبعه تحضير أملاح البوتاسيوم والصوديوم الذائبة فى الماء وبهذا الشكل يمكن إستخدامها فى تلوين حلويات السكر والعُقْبة المجمدة ومنتجات الألبان.

الأسمر/البنى والأسود browns & blacks

هذه الألوان يحصل عليها أساساً بإستخدام مخلفات الكارامل وأسود الكربون. ويعرف أربعة أنواع من الكارامل المخلق تختلف فى ذوبانها ونقاط التكاهر وهذا يؤثر على ثباتها نحو عوامل مثل ربط البروتين (فى البيرة) وذوبان الكحول (فى المشروبات الكحولية) ويستخدم الكارامل المخلق بمستويات عالية فى تلوين مشروبات الكولا. وحديثاً الكارامل "الطبيعى" المؤسس على مستخلصات الكارامل أصبح متاحاً. وكل هذه الألوان مبنية على تفاعلات مايارد البنية/السمراء. أما الصبغات البنية/السمراء المؤسسة على الأكسدة الإنزيمية فلم تستخدم عامة مع أنظمة الأغذية أساساً لأن لها قوة تلوين ضعيفة ولعدم ثباتها للأكسدة.

(Macrae)

خواص الصبغات المخلقة

properties of synthetic pigments

يمكن تسهيل تقسيم ألوان الأغذية بتجميعها في المجموعات الآتية:

١- أزو azo (وحيد الأزو وثنائي الأزو وثلاثي الأزو).

٢- أزو-بيرازولون azo-pyrazolone.

٣- ثلاثي ارايل الميثان triarylmethane.

٤- زانثين xanthene.

٥- كينولين quinoline.

٦- إنديجويد indigoid.

والجدول (٢) يعطي الألوان المسموح بها في المملكة المتحدة والسوق الأوربية المشتركة والولايات المتحدة.

جدول (٢): الألوان المسموح بها في المملكة المتحدة والسوق الأوربية المشتركة والولايات المتحدة.

الإسم	رقم هـ[أ]	تقسيم هيئة الأغذية والأدوية الأمريكية	دليل اللون رقم [ب]	نوع التركيب	درجة اللون
طرطوازين	هـ ١٠٢	أصفر رقم ٥	١٩١٤٠	أزوبيرازولون	اصفر
أصفر كينولون	هـ ١٠٤	لايوجد	٤٧٠٠٥	كينولين	أصفر مخضر
أصفر [ج] ز 2G	١٠٧	لايوجد	١٨٩٦٥	أزوبيرازولون	أصفر
أصفر الغروب ف ج ف FCF	هـ ١١٠	أصفر رقم ٦	١٥٩٨٥	وحيد الأزو	برتقالي أصفر
كارموازين	هـ ١٢٢	لايوجد	١٤٧٢٠	وحيد الأزو	احمر مزرق
أمارانث	هـ ١٢٣	لايوجد	١٦١٨٥	وحيد الأزو	أحمر
بونصو ٤ ر 4R	هـ ١٢٤	لايوجد	١٦٢٥٥	وحيد الأزو	احمر برتقالي
أريثروسين	هـ ١٢٧	احمر رقم ٣	٤٥٤٣٠	زانثين	وردي مزرق
احمر ٢ ز 2G	١٢٨	لايوجد	١٨٠٥٠	وحيد الأزو	احمر مزرق
مرخص أزرق V ٥	هـ ١٣١	لايوجد	٤٢٠٥١	ثلاثي أرايل الميثان	أزرق بنفسجي
أنديجوكارمايين	هـ ١٣٢	ازرق رقم ٢	٧٣٠١٥	انجيدويد	أزرق غميق
أزرق براق ف ج ف FCF	هـ ١٣٣	أزرق رقم ١	٤٢٠٩٠	ثلاثي أرايل الميثان	أزرق مخضر
أخضر ث green S	هـ ١٤٢	لايوجد	٤٤٠٩٠	ثلاثي أرايل الميثان	أخضر مزرق
أسود ب ن black BN	هـ ١٥١	لايوجد	٢٨٤٤٠	ثنائي الأزو	أسود مزرق
بني/أسمر ف ك FK	١٥٤	لايوجد	-	أزو [د]	أسمر/بني برتقالي
بني/أسمر ح ت HT	١٥٥	لايوجد	٢٠٢٨٥	ثنائي الأزو	أسمر/بني غامق
ليثول روبين ب ك BK [هـ]	هـ ١٨٠	لايوجد	١٥٨٥٠	احادي الأزو	احمر مزرق
ألورا احمر أ ج AC	-	احمر رقم ٤٠	١٦٠٣٥	احادي الأزو	احمر مصفر
احمر الموالح [هـ]	-	احمر رقم ٢	١٢١٥٦	احادي الأزو	احمر قرمزي
أخضر ثابت ف ج ف FCF	-	أخضر رقم ٣	٤٢٠٥٣	ثلاثي ارايل الميثان	أخضر مزرق

أ: الأرقام بدون هـ مؤقتة، ب: كما نشرت بواسطة جمعية الملونين والصباغين (دليل اللون) بالمملكة المتحدة، ج: لتلوين قشر الجبن فقط، د: مخلوط من ستة مكونات لتلوين الرنجة المدخنة على البارد، هـ: لتلوين جلد الموالح فقط.

ألوان أزو للأغذية azo food colors

صبغات أزو تحتوى مجموعات أزو اللونية chromophoric وهذه عادة متصلة بأنظمة أروماتية تحتوى بدائل مكونة للملح عامة فى المواقع بيتا أو بارا بالنسبة لمجموعة أزو وصبغات أزو لها مدى متسع من الألوان وأحد أمثلتها أصفر الغروب ف ج ف FCF (الصورة ١-أ).

ألوان أزوبيرازولون azopyrazolone

صبغات أزو التى تحتوى أيضاً مجموعة بيرازولون توجد أساساً كأنظمة كيتوايدرازين توتوميرية ketohydrazine tautomeric systems ومن بينها طرطرازين tartrazine (الصورة ١-ب)

ألوان ثلاثى أرايل الميثان للأغذية
triacylmethane food colors

تتميز هذه بوجود نظام حامل لونى chromophoric system يحتوى ذرة كربون مركزية متصلة بثلاثة مجموعات أروماتية مع أمينو وأمينو مستبدل substituted ومجموعات أيدروكسيل فى الموقع بارا والتى تعمل كمزود للون auxochrome ومثال لهذا ثلاثى أرايل الميثان وهو أخضر ث green S (الصورة ١-ج).

ألوان زانثين للأغذية
xanthene food colors

صبغات الزانثين تتميز بنظام حامل للون chromophoric يحتوى أساساً نظام حلقة متغاير ثنائى بنزو-١، ٤-بيران dibenzo-1,4-pyran heterocyclic ring مع مجموعات أمينو أو أيدروكسيل فى الموقع بيتا بالنسبة لكوبرى الأكسجين. والأريثروسين يمثل هذه الصبغات المستخدمة فى المملكة المتحدة والولايات المتحدة (الصورة ١-د).

ألوان الكينولين للأغذية
quinoline food colors

الكينولين الأصفر (الصورة ١-هـ) هو المثال الوحيد لصبغة كينولين المسموح بها حالياً فى الأغذية فى السوق الأوروبية المشتركة. ونظام حامل اللون chromophoric مبنى على أساس ٢- (٢-كينوليل)-١، ٣-أندانديون (أو كينوفتالون) حلقة متغايرة 2-(2-quinolyl)-1,3-inandione (or quinophthalone) heterocyclic.

ألوان أنديجويد للأغذية
indigoid food colors

المثال الوحيد المسموح به من صبغات الأنديجويد فى المملكة المتحدة والولايات المتحدة هو أنديجو كارماين (الصورة ١-و) وهو بديل للأنديجو بنفسجى/أزرق سلفونات وهو صبغة طبيعية توجد كتوازن رنين resonance equilibrium بين تركيبين هجينين hybrid structure.

الصبغات والصبغات المرسخة/المعدنية
pigments & lakes

الصبغات عادة غير ذائبة فى المحاليل الملحية والمذيبات العضوية ويجب أن تشتت فى الأغذية لتكون التلوين. وترسيب الصبغات القابلة للذوبان فى الماء على مادة خاملة مثل الألومينا تكون

صبغات غير ذائبة في الماء تسمى صبغات مرسخة/ معدنية lakes (المعادلة ١)

$$3\ (dyestuff\text{-}SO_3^- + Al^{3+}) \xrightarrow[\text{onto } Al_2O_3\ 3H_2O]{\text{precipitated \& extended}} (dyestuff\text{-}SO_3^-)_3\ Al^{3+}$$

مرسبة وممتدة على لو٢أ٣.٣يد٢أ

٣ (صبغة–كب أ٣⁻) + لو٣⁺ ⟵ (صبغة–كب أ٣⁻)٣ لو٣⁺

(أ) (ب) (ج) (د) (هـ) (و)

صورة (١): (أ): التركيب الكيماوي لصبغة أزو أصفر الغروب ف ج ف FCF. (ب) التركيب الكيماوي لصبغة أبوبيرازولون طرطرازين. (ج) التركيب الكيماوي لصبغة ثلاثي أرايل ميثان أخضر ث S. green. (د) التركيب الكيماوي لصبغة زانثين أريثروسين. (هـ) التركيب الكيماوي لصبغة كينولين، أصفر كينولين ويظهر مكونا اللون الأساسيين. (و) التركيب الكيماوي لصبغة انديجويد، انديجوكارماين مظهراً مكونين ملونين رئيسيين.

• الكيمياء والثبات **chemistry & stability**

كل المواد المخلقة الملونة المسموح بها للإستخدام فى الغذاء فى السوق الأوربية المشتركة والولايات المتحدة (فيماعدا ليثول روبين ب.ك lithol rubine BK وأحمر الموالح والتى لها إستخدام محدود) بخلاف ألوان الصبغات المرسخة/المعدنية lakes ذائبة فى الماء بقدر أو بآخر وغير ذائبة فى الزيوت والدهون. ودرجة الذوبان فى الماء يحددها عدد والموقع النسبى للمجموعات المكونة للملح الموجودة فى جزىء الصبغة وأكثرها عادة مجموعة حمض السلفونيك (يدكب أ$_{٣}^{-}$) ومجموعة حمض الكربوكسيليك (يدك أ$_{٢}^{-}$) الأقل إنتشاراً والتى تكون صبغات سالبة التأين ذائبة فى الماء. والصبغات موجبة التأين تحتوى مجموعات قاعدية مثل الأمينو (-ن يد$_{٢}$) أو أمينو مستبدل (-ن يد.ك يد$_{٣}$ ، -ن (ك يد$_{٣}$)$_{٢}$ .. ألخ.

ومعظم صبغات الأغذية ذائبة فى مذيبات غير مائية محبة للماء مثل الجليسرين والبروبيلين جليكول والسوربيتول وهذا يسمح بتحضير مذيبات ومعاجين للإستخدام فى الأغذية. وثلاثى أرايل ميثانات والأريثروسين تذوب بقدر كبير فى الكحولات المنخفضة الإيثانول والـ ٢-بروبانول. وقد يحدث تعكير أو ترسيب للون عند التفاعل مع الماء العصب. والمواد الملونة تظهر ثباتاً ممتازاً عند تخزينها تحت ظروف باردة وجافة ومظلمة. وكثير من العوامل تساهم فى عدم ثبات اللون مثل الحرارة والضوء ونظم الأخسدة ومكونات الغذاء الأخرى (خاصة المواد الحافظة) والمعادن الآثار.

التهدم الضونى photodegradation

الضوء له قدرة حث تغيرات كيماوية طويلة فى الصبغات وتؤدى فى النهاية إلى إزالة اللون تماماً. ومقاومة التهدم الكيماوى الضوئى photochemical تسمى المُثبِتَات ضد الضوء light fastness والحرارة وعوامل أخرى. ومكونات الأغذية تساعد التهدم الضوئى للصبغات بينما غيرها تساعد على ثباتها وصبغات الأزو الحقيقية يمكن أن يحدث لها ثلاثة أنواع من التفاعل الكيماوى الضوئى هى التشابه الضوئى سيس-ترانس والإختزال الضوئى والأكسدة الضوئية.

التهدم الحرارى thermal degradation

يمكن للحرارة أن تسبب فقداً فى اللون أثناء المعاملة والطبخ ولذا تضاف المواد الملونة فى المراحل الأخيرة وعلى درجات الحرارة الأكثر إنخفاضاً كلما أمكن أثناء معاملة الأغذية وكل الصبغات يحدث لها فقد فى اللون على درجات الحرارة العالية أو تغير فى درجة اللون نظراً لكربنتها.

أنظمة الأحماض والقلويات والأخسدة
acids, alkalis & redox systems

ليست كل الألوان يمكن إستخدامها على كل قيم ج$_{يد}$ وبعض المواد الملونة مثل الأريثروسين قد تترسب من المحلول عند ج$_{يد}$ حمضى بينما غيرها مثل الأنديجو كارماين تبهت بسرعة. والصبغات المرسخة/المعدنية اللون كثيراً ماتظهر خواصاً حمقلية amphoteric مع كل من الأحماض والقواعد تميل إلى إذابة المادة غير العضوية

وبذا تطلق اللون الحر (أي أدماء اللـــــون color bleeding).

ومعظم ألوان الأغذية المسموح بها تظهر عدم ثبات عندما تستخدم مع عوامل أكسدة أو إختزال ولما كان اللون يتوقف على وجود أنظمة غير مشبعة متقارنة في جزيء الصبغة فأي مادة تحور هذا النظام (مثل عوامل الأكسدة والإختزال مثل الأيدروجين والسكر والأحماض والأملاح) تؤثر على اللون.

المعادن metals

كل الصبغات خاصة مجموعة الأزو على وجه الخصوص تظهر بهتاناً متسارعاً تحت ظروف حمضية وقلوية في وجود معادن بما فيها الخارصين والقصدير والألومنيوم والحديد والنحاس خاصة عند درجات حرارة عالية. وهذا يرجع كثيراً إلى التأثير الإختزالي للأيدروجين المحرر. وكثيراً ما تتفاعل الصبغات مع المعدن في علب الأغذية بمعدل يتناسب مع تركيزاتها.

• التفاعلات مع مضافات الأغذية الأخرى
interaction with other food additives

المواد الحافظة preservatives

المنتجات المعلبة المحتوية على لون مضاف قد تنحط في وجود أحماض الطرطريك والسيتريك والتي قد تتفاعل مع المعدن لتحرر الأيدروجين. وثبات تسعة ألوان حمراء في منتجات اللحوم المطحونة في غياب ووجود النتريت أظهر أن معظم الصبغات تهدم إلى حد ما ولكن مع وجود النيتريت بقي كثير من اللون. ومكونات الصبغة المساعدة والمنتجات المستشعة عديمة اللون تتكون كنتيجة للمعاملة الحرارية. وفي بعض الأحيان منتجات أخرى تشاهد في وجود النيتريت. والنيتريت يمكنه أيضاً أن يسبب إزالة القصدير لإنتاج ق$^{+2}$ وهو عامل إختزال قوى. وثاني أكسيد الكبريت يسبب إزالة اللون بسرعة في محاليل الصبغة. والتفاعل مابين الكبريتيت والكرموازين ينتج عنه تكون مركب أيدرأزو hydrazo من خلال الحلمأة.

حمض الأسكوربيك ascorbic acid

صبغات الأزو تنحط تحت ظروف متسارعة في وجود حمض الأسكوربيك على $ج_{يد}$ ٧ ولكنها أكثر مقاومة للإنحطاط على $ج_{يد}$ ٣. ولكن حمض الأسكوربيك على تركيز ٥٠مجم/لتر يمكن أن يؤثر على كل المواد الملونة المخلقة على $ج_{يد}$ ٣ بعد التخزين ٣ أيام على ٢٠°م.

السكريات sugars

السكريات المختزلة كالجلوكوز والفركتوز يمكنها إختزال صبغات الأزو في محاليل مائية. والأمارانت على الخصوص قد ينحط عندما يدخل في أغذية تحتوى سكر مختزل عند الخبز. ووجود صودا الخبيز يمكن أن يشجع إنحطاط الصبغة خاصة في وجود الجلوكوز.

أنظمة الغذاء النموذجية
model food systems

أثناء التخزين المتسارع في أنظمة المشروبات الخفيفة النموذجية فإن الطرطرازين ينحط قليلاً جداً والأمارانت وأصفر الغروب ف ج ف FCF هي

أيضاً ثابتة لمعظم المضافات مع إستثناء حمض الأسكوربيك وميتابيكبريتيت الصوديوم. وفى الحالة الأخيرة فإن نواتج الإنحطاط تظهر أنها بدائل سلفوناتية أعلا من الصبغة الأصل. والتخزين الطويل على هذه الأحوال يمكن أن يسبب على ذلك إنحطاط غير عكسى مؤدياً إلى نواتج عديمة اللون. وتكوين أمينات خاصة من إنحطاط الأمارانت أستخدم لتقدير كميات الصبغة المضافة فى المشروبات الخفيفة. والصبغات الحمراء تنحط قبل وبعد التخزين فى منتجات عجائن السمك. والبونصو ٤ر 4R قد يختزل إلى مادة صفراء بواسطة كبريتيد الأيدروجين أو مركبات الكبريت المحررة أثناء المعاملة والتخزين لبعض المواد الغذائية. والأريثروسين قد يفقد اليود لإنتاج فلوريسين fluorescein عندما يدخل فى الكريز المعلب ويخزن فى علب غير مورنشة.

• إستخدام الألوان فى الأغذية المعاملة
color usage in processed foods

بعض طرق معاملة الأغذية إرتبطت بإستخدام مادة تلوين أساساً لتحقيق الأغراض الآتية:

١- لتقوية الألوان الموجودة فى الأغذية لمقابلة توقعات المستهلك

٢- لضمان توحيد اللون فى إنتاج الدفعات.

٣- لإعادة المظهر الأصلى لبعض الأغذية حيث اللون أنقص أثناء المعاملة أو التخزين.

٤- إعطاء لون لأغذية غير ملونة مثل الحلويات والعُقَبَة الفورية والثلجيات.

والجدول (٣) يعطى إختصاراً لإستخدام اللون فى المملكة المتحدة فى ١٩٨٧.

جدول (٣): إستخدام اللون فى المملكة المتحدة.

السلعة	نوع الغذاء	متطلبات الثبات [1]	تعليقات إضافية	الألوان الأساسية [2]	مستوى الإستخدام (مجم/كجم أو مجم/لتر)
المشروبات الخفيفة وغيرها غير الكحولية	معدة للشرب، وممكن البيع والمركزات والشاى الفورى	ث.ض، حمض، ع ، ن	يجب ألا يسارع تآكل معدن الوعاء	طر، ص.غ، بو، أما، كر، ز.ب، خ.ث، ب.ح.ت، ك.ص	١٠–٢٠٠ (أعلا نسبياً فى المركزات)
المشروبات الكحولية	البيرة والسيدر والنبيذ المُقَوّى	-	إستخدام محدود	ص.غ، أما، بو، أكر، س.ب.ن	حتى ٥٠٠
حلويات السكر	الحلويات المغلية، التوفى، الكارامل، الصموغ، الجيلى، البستيلية، عرق سوس، علاك	درجة الحرارة، كب أ، نكهة	تضاف متأخراً كلما أمكن أثناء الإنتاج	طر، ص.غ، كر، أما، بو، أرى، أكر	٥٠–٣٠٠ (وبعضها حتى ١٠٠٠)

تابع: جدول (٣)

السلعــــة	نوع الغذاء	متطلبات الثبات [١]	تعليقـــات إضافية	الألـــوان الأساسيـة [٢]	مستوى الإستخدام (مجم/كجم أو مجم/لتر)
المخاليط الجافة، والثلجيات المأكلة، والحلويات المجمدة	بلانكمانج، الكسترد، المنفوخات، المغطيات، الفوقيات، التزويق، الجيلاتى، المصاصات المجمدة، الصلصات، الشربت، المخاليط الجافة، الشوربة	ث.ض، نكهة، عامل جل، استحلاب	تستخدم الصبغات المرسخة/المعدنية كثيراً ولكن يجب الا تظهر بقع فى المنتج	طو، ص.غ، كر، أما، بو	٥٠–١٥٠
حلويات الدقيق	البسكويت (الملء والتغطية واللب)، وافر، كيك، حبوب الإفطار، مكونات الخبز للمنزل	درجة الحرارة	وجود عوامل الرفع	طو، ص.غ، كر، أما، بو، ب.ح.ت	١٥٠–٥٠٠ لب، ٣٠–٥٠ فوقيات وخلافه
الفواكه المعلبة والخضر والشوربة	طبيعى، فى الشراب، أو مأج ملء الفطائر، فواكه للزبادى، شوربة	درجة الحرارة، أحماض	يتطلب صبغ مستمر للناتج بالنسبة للسوائل الحاملة	ص.غ، كر، أما، بو، أكر، أرى، (فاكهة)، طو، ص.غ، خ.ث، ص٢ز، (مخاليط للخضروات) ص.غ، خ.ث، كر، (الشوربات)	١٠–٢٠
منتجات السمك واللحم	المطحونات، القشع، الهاموم، الملء، الفطائر، السجق، الصلصة، الباتيه، العجائن، الوجبات المحضرة	درجة الحرارة، ع	يجب أن يظهر الثبات فى المأج (السمك) والميل للبروتين، الصلصات والمغطيات .. ألخ وفى متطلبات أخرى	ح٢ز، أرى (لحم)، ب.ف.ك (رنجة)، طو (الحدق)	حتى ٥٠ فى منتجات اللحوم، ٢٠٠ فى السمك، وقد يكون أعلا فى الصلصات والمغطيات .. ألخ
نواتج اللبن	عُقْبَة الألبان، المنفوخات، مهزوزات اللبن، الزبادى، باسطات الجبن، الكريمة غير اللبنية	درجة الحرارة، ث.ض	يجب أن يكون ثابتاً لدرجة حرارة البسترة	طو، ص.غ، كر، أما، بو، أكر، خ.ث، أرى	٢٠–٢٠٠

تابع: جدول (٣)

السلعـــة	نوع الغذاء	متطلبات الثبات [1]	تعليقـــات إضافية	الألـــوان الأساسيـة [ب]	مستوى الإستخدام (مجم/كجم أو مجم/لتر)
الأكلات الخفيفة	الأكل المعبأ، شبس بطاطس، حبوب مبثوقة، البيتزا، أغذية ساخنة فورية	ث.ض، درجة الحرارة	كثيراً ماتعامل من على السطح	طر، ص.غ، أرى، خ.ث، ز.ب، أكر، بو	٥٠-٣٠٠ وقد تكون أعلا فى الأغذية المعبأة
المخلل	الصلصات، الكتشب، الشطنى، المايونيز	درجة الحرارة، الحموضة، ث.ض	الصبغات تستخدم كمخلوطات	طر، خ.ث، ص٢ز (مايونيز)، بو، طر، ص.غ (كتشب)، ص.غ، أما، خ.ث، طر (مخاليط أخرى)	٥٠-٣٠٠ وقد يكون أعلا فى مخاليط (محتوى الصبغة الكلى)
حلويات الشكولاتة	اللبن غيرالمخلوط، المخلوط، الوافر، ليكير مختلف مملوء، أشياء جديدة	درجة الحرارة	الشكولاتة غير ملونة ولكن الملء والمغطيات ممكن	طر، ص.غ، كر، أما، أرى، أكر	عادة أقل من ٢٠٠

(أ): ث.ض: ثبات ضد الضوء؛ ع: عطان/مادة حافظة؛ ن: منكهات. (ب): طر: طرطرازين؛ ص.غ: أصفرالغروب ف.ج.ف؛ بو: بونصو ٤ر؛ أما: امارانت؛ كر: كرموازين؛ ز.ب: أزرق براق ف.ج.ف؛ خ.ث: أخضر ث؛ ب.ح.ت: بنى ح.ت؛ ك.ص: كينون أصفر؛ أكر: أنديجو كارماين؛ س.ب.ن: أسود ب.ن؛ أرى: أريثروسين؛ ص٢ز: أصفر ٢ز؛ ح٢ز: أحمر ٢ز؛ ب.ف.ك: بنى ف.ك.

نقاوة الصبغة dye purity

معظم الصبغات المستخدمة فى تلوين الأغذية تحتوى مكونات ملونة بجانب الصبغة الرئيسية وهذه تعرف كمجموعة "ألوان مساعدة". وتصنيع الصبغة من موادها الأولية عادة يشمل عدداً من مراحل التخليق والتحولات مثل الإختزال والأمننة amination والسلفنة sulphonation وتحضير ثنائى الأزو diazotization والتكثيف condensation والأكسدة. ومنتجات التفاعلات الجانبية وأسلاف precursors الصبغات نفسها تعرف معاً بإسم "المركبات المتوسطة intermediates" وفى معظم صبغات الأغذية هذه كثيراً ماتكون مركبات مسلفنة sulphonated. والجدول (٤) يعطى لستة للموجود معها عادة فى ألوان الأغذية. ومواصفات مواد التلوين عادة تعطى قرائن للحدود على الصبغات المساعدة والمركبات المتوسطة وكذلك الأمينات الأروماتية الحرة أو غير المسلفنة unsulphonated وقرائن منفصلة تُعطى للشوائب غير العضوية مثل المعادن الإنتقالية والمعادن الثقيلة وبعض الأملاح.

جدول (٤): المركبات المتوسطة التى توجد فى ألوان الغذاء المخلقة.

إسم المركب المتوسط	الإسم العام	الوجود [1]
امينو بنزين	انيلين	ح٢ز
حمض ل أمينو بنزين سلفونيك	حمض سلفانيليك	س.ب.ن، ص.غ، طر، ص٢ز، ب.ف.ك
حمض ٤-أمينونفثالين-١-سلفونيك	حمض نفثيونيك	اما، كر، بو، ب.ح.ت
حمض ٦-أيدروكسى نفثالين-٢-سلفونيك	حمض شافر Schaeffers	اما، بو، ص.غ، أر، خ.س
حمض ٣-أيدروكسى نفثالين-٢،٧-ثنائى السلفونيك	حمض-ر	اما،خ.س، بو، ص.غ
حمض ٧-أيدروكسى نفثالين-١،٣-ثنائى سلفونيك	حمض-ز	اما، بو
حمض ٧-أيدروكسى نفثالين-١،٣،٦-ثلاثى السلفونيك		اما، بو
حمض ٤-استاميدو-٥-أيدروكسى نفثالين-١،٧-ثنائى السلفونيك	حمض أسيتيل ك	س.ب.ن
حمض ٨-أمينونفثالين-٢-سلفونيك	حمض ١،٧-كليفيس	س.ب.ن
حمض ٤-امينو-٥-أيدروكسى نفثالين-١،٧-ثنائى السلفونيك	حمض ك	س.ب.ن
حمض ٤-أيدروكسى نفثالين-١-سلفونيك	حمض ن & غ	كر
حمض ٥-امينو-٤-أيدروكسى نفثالين-٢،٧-ثنائى السلفونيك	حمض ح	ح٢ز
حمض ٥-أسيتاميدو-٤-أيدروكسى نفثالين-٢،٧-ثنائى السلفونيك	حمض أسيتيل ح	ح٢ز
حمض ٤،٤'-ثنائى أزو أمينو ثنائى (بنزين سلفونيك)	ثلاثى أزين	ص.غ، طر، ص٢ز
حمض ٦،٦'-أوكسى ثنائى (نفثالين-٢-سلفونيك)	دونس Dons	ص.غ
حمض رباعى ايدروسكسينيك	حمض ثنائى اكسى طرطريك	طر
حمض ٤-أيدرازينوبنزين سلفونيك		طر
حمض ٥-كسو-١-(٤-سلفونيل)-٢-بيرازولين-٣-كربوكسيليك	ث.ب.ج.ع	طر
حمض ٢،٥-ثنائى كلورو-٤-(٣-ميثيل-٥-اكسو-٢-بيرازولين-١-يل (أ)-بنزين سلفونيك	ج.ث.ب.م.ع	ص٢ز
فلوريسين		ارى
٢،٤،٦-ثلاثى ايودو ريزورسينول		ارى
حمض ٢-(٢،٤-ثنائى أيدروكسى-٣،٥-ثنا-أيودوبنزويل)-بنزويك		ارى
حمض ١-ح-اندول-٢،٣-ديون-٥ (والأحماض السلفونيك المشابهة)	ايساتين	اكر

تابع: جدول (٤)

الوجود'	الإسم العام	إسم المركب المتوسط
اكر		حمض ٥-سلفو انثرانيليك
اكر	أنديجو وحيد السلفنة	حمض ١-ح-أندول-٢،٣-ثنائى أكسو-١-ح-أندول-٥-سلفونيك
ز.ب		أحماض ٢،٣ و ٤ -فورميل بنزين سلفونيك
ز.ب	هـ.ت.ب.ث.أ	حمض ن-إيثيل-ن-(سلفوبنزيل)-سلفانيليك
ب.ف.ك		م-نينيلين ثنائى الأمين
ب.ف.ك		٤-ميثيل-م-فينيلين ثنائى الأمين
خ.س		كحول ٤،٤'-بيس (ثنائى ميثيل أمينو) بنزإيدرول
خ.س		٤،٤'-بيس (ثنائى ميثيل أمينو) بنزوفينون
ب.ب.ض		ن،ن'-ثنائى إيثيل انيلين
ب.ب.ض		م-أيدروكسى بنزالدهايد
ب.ح.ت		كحول ٢،٤-ثنائى أيدروكسى بنزايل
أر		حمض ٥-أمينو-٤-ميثوكسى-٢-توليوين سلفونيك
خ.ث		حمض بارا-أيدروكسى بنزالدهايد-أ-سلفونيك
خ.ث		حمض أرثو-(ن-إيثيل انيلينو)-م-توليوين سلفونيك

طر: طرطرازين؛ ص.غ: أصفر الغروب ف.ج.ف؛ بو: بونصو ٤ر؛ أما: أمارانت؛ كر: كرموازين؛ ز.ب: أزرق براق ف.ج.ف؛ ح.س: أخضر س؛ب.ح.ت: بنى ح.ت؛ ك.ص. كينون اصفر؛ اكر: انديجوكارمين؛ س.ب.ن: أسود ب.ن؛ أرى: أريثروسين؛ ص٢ز: أصفر ٢ر؛ ح٢ز: أحمر ٢ز؛ ب.ف.ك: بنى ف.ك؛ أر: ألورا حمراء أ.ج؛ ب.ب.ض: أزرق باتنت ض؛ خ.ث: أخضر ثابت ف.ج.ف. (Macrae)

الشوائب غير العضوية inorganic impurities

معظم الشوائب غير العضوية الموجودة فى ألوان الأغذية عادة هى كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم وكميات صغيرة من الفوسفات والخلات والكربونات واليوديد. والقرينة للنقاوة بالنسبة للمادة غير العضوية تختلف بعض الشيء بالنسبة لألوان الصبغات المرسخة/المعدنية lakes.

الشوائب العضوية organic impurities

أكثر الشوائب العضوية الموجودة فى مواد الألوان المخلقة هى كميات صغيرة من المركبات المتوسطة. فقد يكون هناك عدداً من المركبات الأروماتية غير المسلفنة كما قد توجد بدائل مسلفنة فى المكون النهائى نظراً لشوائب فى مواد الإبتداء. وصبغات ثلاثى أرايل الميثان تحضر

بتفاعلات تكاثف أثناءها قد يتكون مركب متوسط أساسه غير ملون.

والأساس غير الملون يؤكسد بعد ذلك لمادة الصبغة المتقارنة الملونة بإستخدام عوامل أكسدة مثل ثانى أكسيد الرصاص أو ثانى أكسيد المنجنيز أو ثانى الكرومات والتى قد توجد بعد ذلك كشوائب غير عضوية على مستوى منخفض فى الصبغة النهائية.

• التقدير الطبيعى للون
physical evaluation of color
المظهر appearance

المظهر عامل حيوى فى التقدير الحسى للأغذية حيث يؤثر كثيراً فى الإنطباع العام وتقبل المنتج فتحليل المظهر ضرورى لتطور الأغذية وتقدير الجودة والمحافظة على جودة المنتج خلال التوزيع. وتقدير المظهر يشتمل على تحليل لكل من خواص هندسية وخواص لونية. والأغذية تختلف كثيراً فى خواصها المرئية ويتوقف ذلك على تكوينها الفيزيقى وخواصها البصرية. واللون المدرك يتحدد بنسبة أطوال الموجات المنعكسة أو المارة وأنظمة اللون وأنبطة قياس اللون قد طورت فى محاولة لوصف اللون.

ومظهر المنتج يتصل سيكولوجياً بالإرضاء الحسى المحتمل والقيمة المحسوسة لهذا المنتج. وكثيراً مايحدد الشراء على المظهر. فالملاحظ يحدد بسرعة وبدون إحساس عما إذا كان المنتج موحداً أو غير منتظم، لامعاً أو كامداً، أصفراً أو بنياً. والإنحراف عما يقابل عادة يتصل بتدهور الجودة ونقص النضج أو وجود كميات غير مناسبة من المكونات.

والإدراك الحسى المرئى يشتمل على ثلاثة عناصر: الشينية/الشىء object ومصدر الضوء light source والمشاهد observer ومظهر أى شىء يشمل كل النواحى؛ كلا الأشياء الفيزيقية والسيكولوجية والتى تصف المنتج : اللون، اللمعان، الحجم، الكفاف contour، نصوع/نصاعة brightness والوضوح clarity والشفافية translucency (نصف شفاف translucent).

والإدراك الحسى المرئى ينتج عن إرتباطات لعدة عوامل بما فيها كيف يحور الشئُ الضوءَ الواقع عليه وكيف تفسر العين الضوء الذى يصل إليها من الشىء. والضوء الذى يدخل عدسة العين يبؤر على الرتينا والقضبان rods. والمخاريط cones داخل العين تحول الضوء إلى سيال التنبيه impulse العصبى والذى ينتقل إلى المخ خلال العصب البصرى. وآلية العين-المخ حساسة جداً ومُمَيزة فمثلاً الإنسان يمكن أن يحدد حوالى ٣٠٠ لوناً مختلفاً ولكنه يستطيع التمييز بين ٥-١٠ × ١٠^٦ ولكن للعين حدودها الفسيولوجية فحدة الأبصار تتأثر بالنصوع brightness والتعود adaptation وتتحسن مع الإضاءة.

والخواص المرئية للشىء يمكن أن تقسم إلى خاصيتين: خواص هندسية وخواص لونية (كروماتية).

والخواص الهندسية تشتمل على الحجم والشكل للشىء. وطول وسماكة وتكييف/بنية وإتساع وحجم الجسيم والحجم والإرتفاع وشكل وتوزيع الأجزاء

كلها تساهم فى المظهر العام للمنتج. ومع بعض المنتجات كالمشروبات على سبيل المثال فإن درجة الفوران المشاهدة عند الصب هى طريقة لتقدير الكربنة بصرياً.

كما تشتمل الخواص الهندسية على نواحٍ مكانية والتى تسبب أن الإدراك الحسى للضوء يختلف من نقطة إلى أخرى على سطح لون موحد. والخواص البصرية المرتبطة مع التوزيع المكافىء للضوء تشتمل البريق/اللمعان gloss/sheen والسديم haze والعكارة turbidity والعتامة opacity والشفافية transparency والشَفَانية translucency.

وتختلف الأغذية فى المظهر متوقفاً على خواصها البصرية. والضوء إما أن يمتص أو يعكس أو يمر خلال الغذاء ويتوقف ذلك على التركيب الفيزيقى والطبيعة الكيماوية لمكوناته. والضوء المعكوس يترك العينة من نفس الجانب الذى أضاءه. ومقدار الضوء المعكوس يتوقف على تركيب السطح وعلى معامل الإنكسار refractive index للمادة وعلى الزاوية التى إرتطم بها الشعاع مع السطح. وعندما ينعكس كل الضوء من السطح فإن الشىء يرى بأنه لامع جداً very shiny أما الضوء المار فيمر من خلال العينة ويرى من جانب الخروج وبذا فإن الضوء المعكوس والمار هما المنشطان اللذان يُستقبلان بواسطة العين. وتوزيع الضوء يمكن أن يقسم إلى:

١ - إنعكاس مرآوى/منظارى specular reflection: الأشياء التى لها سطح بصرى ناعم مثل صفيحة معدنية أو رقيقة غير مكرمشة تظهر لامعة لأن الضوء معكوس مرآويا/منظاريا والضوء يكون إتجاهى جداً بدلاً من كونه منتشر directional rather than diffuse؛ وهو يرتطم بالعينة وينعكس من السطح المضاد بزوايا قائمة.

٢- الإنعكاس المنتشر diffuse reflection: الضوء يمكن أن ينتشر أو ينعكس فى إتجاهات مختلفة وعلى زوايا غير منتظمة (عرضية) odd من السطح ومعظم الأغذية تعكس الضوء منتشراً لأنها معتمة ولها سطوح غير منتظمة والألياف والصبغات مسئولة عن الإنتشار فالدقيق والجبن ورقائق الذرة corn flakes واللحم البقرى الروزبيف والبطاطس المهروسة تُرَى بواسطة الإنعكاس الإنتشارى وعندما يبعثر الضوء فى كل إتجاه فإن المنتج يكون له لمعان قليل.

٣- النفاذية المرآوية/المنظارية specular transmission: فى بعض الأغذية مثل النبيذ والجيلى وعصير التفاح والزيت النباتى ينفذ الضوء خلال العينة بدون إنحراف deflection والأغذية الشفافة تسمح بالنفاذية المرآوية/المنظارية specular transmission للضوء.

٤- النفاذية المنتشرة diffuse transmission: المشروب السديمى hazy أو العكر يحتوى جسيمات تنتشر أو تعوق مرور الضوء والضوء ينفذ فى المنتج ويتبعثر ويخرج فى جهات عديدة.

ومعظم الأغذية تمتلك إرتباطات لخـواص بصرية يجب أن يتفاعل الضوء فى أكثر من نوع من أنظمة التوزيع وتفاحة لامعة تظهر لمعانها لأن لها كلا من السطوح الناعمة وغير المنتظمـة مسببة أن الضـوء ينعكـس مرآويـاً/منظاريـاً specular (علـى زوايـا قائمة) ومنتشراً diffusely (على زوايا غير منتظمـة odd) والأغذية الشفافة transluscent مثل عصير البرتقال وصلصة التفاح ومربى الفاكهة تُرَى بواسطة الضوء المنعكس والمار.

ومظهر منتج ما يتأثر بكل من الظـروف المرآويـة/ المنظارية specular للضـوء والظـروف الهندسـية للرؤية؛ وظروف الملاحظة يجب أن تكـون معايرة standardized ويمكـن تكرارها. والظروف التـى يجب ضبطها فى تقدير مظهر منتج تشتمل على:

١- شدة مصدر الضوء.

٢- نـــوع وطـــول موجـــة الضـــوء (ســـاطع incandescent، مستشـــعع fluorescent أو ضوء النهار daylight).

٣- حجم زاوية مصدر الضـــوء angular size of light source.

٤- زاوية السقوط incidence أو الجهة التى منها يرتطم الضوء بالعينة (إتجاه الإضاءة).

٥- زاوية الرؤية angle of viewing.

٦- الخلفية background.

اللون وهو ناحية أولية فى المظهر يعمل كدليل للجودة والنضج ودرجة الطبخ ويلعب دوراً هاماً فى تقبل الغذاء أو رفضه. فعدد من الأغذية تقبل فقط إذا وقعت فـى مـدى معين مـن اللـون فـالخَضْب المشرق/الزاهى vivid hue مثل فى البطيخ ذى اللب الأصفر، والألوان غير الطبيعية غالباً مالاتقبل. والعمـر والثقافـة والخلفيـة الإجتماعيـة الإقتصاديـة والخبرات السابقة يمكن أن تؤثر فى تفاعل الشخص للون غذاء معين. فالذرة البيضاء قد يعتبرها البعض ترفة ولكـن الغير يعرف ويفضل الصنـف الأصفـر. واللون يؤثر على مقدرة الشخص لتحديـد النكهة فمشروب الليمون البنزهيـــر الملون بالأحمر يغش، وقد لايستقبل كنكهة موالـح لأن المظهر غـير ذى صفة.

واللـــون ظـاهرة سـيكولوجية توجـد فـــى ذهـــن الشخـص. وهى ليست خاصية فيزيقية ولكـن إدراك حسى ينتج عن تأثير موجات الضـوء المرتدة من أو المارة خلال المادة. ومفهوم اللون ينتج من تفاعل مصدر الضوء والشيء المرئى والعين والمخ. وبـدون ضـوء لايـرى الشـخص أى لـون؛ فـالألوان مجـرد إصطلاحـات تصـف مخـاليط مختلفـة مـن الطاقـة الكهربية المغناطيسية.

وطيـف الطاقـة المشـعة المرئـى والـذى يشـار إليـه بالضوء يرتبط إلى حد ما مع طـول موجـات تـتراوح من ٣٨٠ – ٧٧٠ نانومتر وطول الألـواح من ٣٨٠ – ٤٠٠ نانومتر بنفسجية violet؛ وتلك من ٤٠٠ – ٥٠٠ نانومتر تصدر التأثير المعروف بالأزرق blue. وطـول الموجات من ٥٠٠ – ٦٠٠ نانومتر يستقبل كخضراء green وصفراء yellow بينمـا تلـك الأطـول مـن ٦١٠ نانومتر فحمراء red. وموجات الضوء تختلف عن غيرها من الطاقة المشعة بأنها مرئية. والموجات الأقصر من ٣٨٠ نانومتر أو أطـول مـن ٧٦٠ نانومتر لاتحدث إستجابة مرئية لها.

وتكوين طيف الضوء spectral composition of light الذى يترك أى عينة يحدد بالخواص البصرية والصبغات فى المنتج. والصبغات والمواد الأخرى تمتص ضوءاً. والموجات المنعكسة أو المارة أى تلك التى لم تمتص، مرئية وبذا تحدد اللون المنقول إلى المخ عن طريق مستقبلات الضوء فى العيون.

وإذا وضع زيت نباتى فى كأس فإنه يظهر شفافاً لأنه لايوجد جسيمات فى الزيت أو الزجاج لتشتت الضوء النافذ. ويظهر الزيت أصفراً لأنه يعكس موجات الضوء إنتقالياً فى مدى ضوء ضيق بينما يمتص كل موجات الأضواء الأخرى. وبالمثل فالطماطم تظهر حمراء لأنها تمتص كل الضوء ماعدا الأحمر.

ونشا الذرة أبيض لأنه يبعثر الضوء بإنعكاسات متعددة، فكل موجات الأضواء تنعكس بالتساوى ولايمتص منها أى شىء. وعندما يكون الإنعكاس أقل مايمكن والإمتصاص هو العملية السائدة تنتج الألوان الغامقة. وإذا أمتصت كل الموجات الضوئية فإن الأسود هو الناتج.

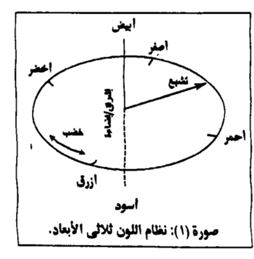
ولون أى عينة غذاء يتأثر بالتحضير والتقديم. فالقوام ورطوبة السطح ولخالة العينة والتعرض للضوء والهواء قد تؤثر على الإدراك الحسى للون. والعينات الممثلة للمنتج يجب تقديرها.

واللون يجب أن يفكر فيه بأن له خواص أبعاد ثلاثة three dimensional characteristic (الصورة ١) ويتكون من خاصيتين كروماتيتين/لونيتين وعامل مضىء luminous واحد. ولتعريف اللون بالضبط لابد من تخصيص هذه الأبعاد dimensions:

١- الخَضْب hue (عادة يعرف باللون color) يشير إلى إذا ما كانت العينة حمراء أو برتقالية أو صفراء أو خضراء أو زرقاء أو بنفسجية. ونسب مختلف الموجات الضوئية تحدد الخضب المتلقى.

٢- نقاء اللون purity أو تشبعه saturation هى كمية اللون الموجود. والمصطلحات المستخدمة للتعبير عن العمق أو قوة الخَضْب hue أو الإشراق vividness تشير إلى النقاوة. فالتشبع يعكس كيف أن اللون يختلف عن الرمادى. فألوان الباستل/الفاتحة pastel هى أقل تشبعاً عن اللون الشديد intense وفى نظام منسل munsell النقاوة يشار إليها بالكروما chroma.

٣- شدة الإضاءة luminous intensity والإشراق أو الإضاءة lightness لشىء يشير إلى مقدرته لعكس أو إمرار الضوء. والإشراق أو الإضاءة يسمى القيمة value فى نظام منسل munsell.



صورة (١): نظام اللون ثلاثى الأبعاد.

ومفهوم الأبعاد الثلاثة فى اللون يمكن أن يوضح إذا رتبت الألوان فى قوس قزح rainbow فى دائرة خَضْب hue. والتشبع يعرف إذا كان مركز الدائرة يعتبر رمادى متعادل والألوان الأكثر تشبعاً عند الحافة الخارجية أبعد مايكون عن المركز. ولكن وصف ذى بعدين للون غير كافٍ. فلو أخذت خردل محضر وليمون طازج فكلاهما له نفس الخَضْب hue وكلاهما مشبع جداً ولكن يختلفان فى "اللون color". فيحتاج إلى بُعْد ثالث: الضياء lightness لتكملة الوصف.

وتحليل إختلافات لون صغيرة مهمة فى المنتجات الغذائية. فتأثير تحوير المكونات أو العمليات يمكن أن تحدد بقياس إختلافات اللون. وتتبع تغيرات اللون التى تنشأ عن التعرض للضوء أو الحرارة أو التخزين التجميدى هو مظهر هام فى مراقبة جودة كثير من المنتجات.

وفيما يلى بعض خواص الإدراك الحسى للألوان يجب إختبارها عند تقدير الغذاء:

١- أعضاء لجان التذوق كثيراً مايقدرون اللون لعينتين بشكل واحد حتى لو وضعت مرشحات لإخفاء الإختلافات لأن المرشحات تخفى الخَضْب ولكن ليس من الضرورى النصوع brightness أو النقاوة purity.

٢- اللون المجاور أو الخلفية يؤثر على الإدراك الحسى المرئى. فالغذاء الموضوع بجانب خلفية ملونة يمكن أن يظهر مشوباً tinged بهذا اللون.

٣- الإدراك الحسى للون يتأثر بخواص السطح مثل اللمعان gloss والرطوبة والقوام، فلمعان عالٍ يميل إلى إخفاء إختلافات اللون.

٤- مقدرة الشخص لتفرقة اللون تنقص تحت ضوء منخفض الشدة.

٥- حدة الإبصار تختلف بين الأشخاص فالبعض حساس جداً ويفرق بين إختلافات اللون الدقيقة.

٦- اللون يتم ملاحظته من أعلا المنتج مباشرة بينما اللمعان يجب تقديره من زاوية.

٧- الإنسان عموماً حساس أكثر لإختلافات صغيرة فى الخَضْب عن إختلافات صغيرة فى التشبع.

• أنظمة قياس اللون

color measurement systems

عين الإنسان لاتستطيع عمل حكم يمكن تكراره كمياً على اللون. فالعين تحكم مظهراً مركباً بدون التفرقة بين إنتشار الضوء أو إمتصاصه. ولكن الطبيعة الفيزيقية للون يمكن قياسها. والضوء المعكوس أو المار يمكن قياسه ويعبر عنه بقيم عددية ويقارن إلى معيار. وأنظمة قياس اللون تستخدم كأحسن إستخدام لتقدير إختلافات اللون بين العينات بدلاً من اللون المطلق للمنتج.

والأجهزة المصممة لقياس المظهر يمكن أن تقسم إلى فئتين: تلك التى تقيس خواصها خواصاً هندسية (أى اللمعان) وتلك التى تقيس خواصاً كروماتية/لونية. والأجهزة المختلفة ضرورية لقياس كل نوع بصرى optical للغذاء (شفانى translucent وشفاف transparent ومعتم opaque).

وكما فى التقدير الإنسانى فظروف المشاهدة يجب أن تعاير ووضع العينات ونوع وشدة مصدر الضوء وظروف الإضاءة يجب أن تضبط.

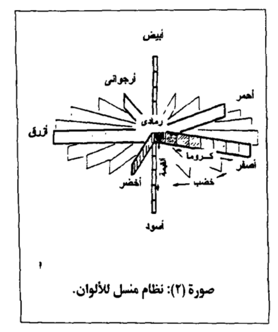
وأنبطة قياس اللون الموصوفة أسفله مصممة لإعطاء إرتباط ذى معنى مع الإدراك الحسى المرئى وهى مبنية على أنظمة ألوان طورت فى محاولة لتقدير اللون كمياً. وقيم اللون فى نظام معين يمكن أن تحول إلى قيمها فى نظام آخر بإستخدام معادلات خاصة وجداول عددية.

نظام اللجنة الدولية للإضاءة CIE system

نظام اللجنة الدولية للإضاءة (ل.د.ض CIE Commission Internationale de l'Eclairage يعتمد على ثلاثة ألوان أولية: الأحمر والأزرق والأصفر. واللون يحدد بحسابات رياضية مربطاً النسبة المئوية لإنعكاس العينة لقيمة الإنعكاس لثلاثة مرشحات تحاكى إستجابة مشاهد عيارى standard observer (عين الإنسان المتوسط) والمرشحات هى س X (عنبر anber) ، ص Y (أخضر green) ، ع Z (أزرق blue). وهذا النظام بتخصيص اللون بواسطة س X ، ص Y ، ع Z (قيم المنشطات الثلاثة tristimulus values) مؤسس على تجارب مع عينة عشوائية من الأشخاص ذوى رؤية لونية عادية. والمنشط الفيزيقى الذى يسبب أن كل لون يدرك حسياً بواسطة المخ قد تم تقديره كمياً. وفى هذا النظام يوصف اللون بالمصطلحات س X ، ص Y ، ع Z لكل المنشطات الثلاثة: الضوء الساطع وضوء شمس الظهيرة وضوء النهار الملبد بالغيوم overcast daylight. ودلالات اللون فى الأنظمة الأخرى يمكن أن تحول إلى قيم ل.د.ض CIE بالرجوع إلى جداول منشورة.

نظام منسل Munsell system

يختلف نظام منسل عن نظام ل.د.ض CIE فى وصف اللون ومع ذلك يمكن تحويل أرقام منسل إلى قيم ل.د.ض CIE. وفى نظام منسل (الصورة ٢) الخضوب hues مرتبة تقريباً حول محور رأسى. والمحور الرأسى له قيمة (الإشراق lightness) ويتراوح مابين أسود (صفر) إلى أبيض (١٠). والكروما (التشبع saturation) توصف بوحدات تُشع خارجاً من المحور المركزى. فالألوان المشبعة العالية الزاهية vivid هى فى الخارج. وأخضر النعناع هو أقرب للنقطة المتعادلة من الرمادى (فى مركز الدائرة) عن الأخضر. والأحمر أقرب للطرف الخارجى عن الوردى pink.



صورة (٢): نظام منسل للألوان.

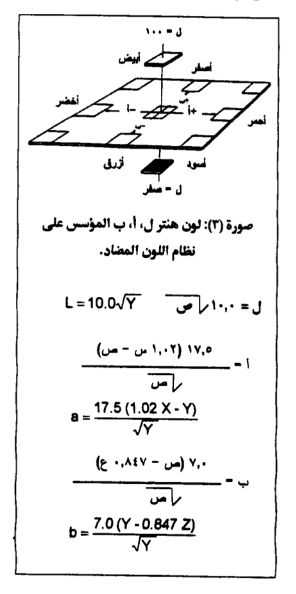
والأبعاد المدركة حسياً للون يعبر عنها بمصطلحات عددية وتكتب كخَضْب -قيمة /كروما hue-value/chroma فتفاحة خضراء على سبيل المثال قد توصف على أنها ٥ خ.ص ٤/٨ 5 GY 8/4. والفاكهة صفراء-مخضرة فى الخضب (٥ خ.ص GY 5) وخفيفة فى القيمة (٨/ /8) وخفيفة قليلاً فى الكروما (/٤ /4). ونبيذ برقوق أحمر red plum قد يوصف على أنه ٩ ح ر ٦/٣ 9 RP 3/6 ٦/٣ أى أرجوانى محمر فى خضب (٩ ح ر RP 9) غامق فى القيمة (٣/ /3) ومتوسط فى الكروما (/٦ /6).

والألوان تحدد بمقارنة مرتبة للعينات المختبرة مع لون رقاقات chips أو أوراق papers أو بإستخدام مقياس الألوان القرصى disc colorimeter. ومع هذه النبيطة تدار الأقراص من الأوراق الملونة تدار لتخليق تأثير إضافى فى العين. وهذا الخليط من الضوء المعكوس يمكن أن يقارن إلى عينة الغذاء.

نظام اللون-المضاد (نوع ل، أ، ب)

opponent-color system (L, a, b type)

فى نظام اللون-المضاد الأبعاد هى من أسود إلى أبيض على طول محور رأسى: الأزرق إلى الأصفر (ذاهباً من الأمام للخلف) وأحمر إلى أخضر (ذاهباً من اليمين إلى اليسار). ومقاييس اللون الموحدة المؤسسة على هذا النظام تم تطويرها. وعلى نظام مقياس هنتر Hunter المقبول (الصورة ٣) ل L تقيس الإظلام darkness - الضياء lightness، أ a تمثل الإحمرار إذا كان موجباً والإخضرار إذا كان سالباً، ب b تقابل الإصفرار إذا كان موجباً والإزرقاق إذا كان سالباً أى أن الإخضرار أو الإحمرار يمكن أن يخصص بـ -أ a- أو +أ a+ بالتتابع. والأجهزة مثل مقياس اللون هنتر أو مقياس إختلافات اللون يحسب دلائل ل L، أ a ، ب b بطريقة آلية بحيث أن أوراقاً تخرج مباشرة مسجلاً عليها هذه القيم. وأبعاد اللون المضاد تُقَابل بطريقة قريبة جداً الإشارات المرئية الحقيقية المنقولة إلى المخ من العين.



صورة (٣): لون هنتر ل، أ، ب المؤسس على نظام اللون المضاد.

ل = ١٠,٠ √ص $\qquad L = 10.0\sqrt{Y}$

أ = ١٧,٥ (١,٠٢ س - ص) / √ص

$$a = \frac{17.5\,(1.02\,X - Y)}{\sqrt{Y}}$$

ب = ٧,٠ (ص - ٠,٨٤٧ ع) / √ص

$$b = \frac{7.0\,(Y - 0.847\,Z)}{\sqrt{Y}}$$

قياس اللون measuring color

الأجهزة التى تقيس الخواص الكروماتية/اللونية لمنتج تختلف فى طرق إنتقاء طول الموجة ونوع نبيطة التقدير. ويمكن تقسيم هذه الأجهزة إلى نوعين:

١- مقاييس الطيف spectrophotometers وتقيس إنعكاس الضوء أو تمريره على مدى من طول الموجات.

٢- أجهزة ثلاثية المنشطات tristimulus instruments وتستخدم مرشحات والتى تحاكى الوظائف المقياسية للعين وتعطى قيماً للون فى مصطلحات من س X ، ص Y ، ع Z ، أو ل L ، أ a ، ب b.

ومقاييس الألوان ذات المنشطات الثلاثة يمكن أن تعتبر آلات تحليل سيكوفيزيقية psychophysical لأنها تعطى مقاييس ترتبط بإنطباعات المخ والعين. ومقاييس الطيف تقيس الخواص الطبيعية للضوء موزعة بواسطة العينة ولكن تعطى معلومات قليلة حول كيف أن المشاهد يدرك اللون حسياً.

ومقاييس الطيف تقيس التوزيع الطيفى للضوء بواسطة عينة الغذاء. وكلا من الإنعكاس أو المرور يمكن قياسه ومقاييس الطيف تستخدم فى التحليل الكيماوى وتحديد نوع المكون. ولون الغذاء للعصائر الشفافة ومستخلصات اللون فى محاليل، والأشربة الشفافة translucent والجل يمكن قياسها بمقاييس الطيف. وإحدى حدود هذا الجهاز أن مساحته الرئوية صغيرة جداً.

وعمل مقياس الطيف سهل فالضوء وحيد الكروما. monochromatic يوجه نحو سطح العينة والضوء من العينة يخرج خلال فتحة أخرى ويرتطم بأنبوبة ضوئية photo tube. وتؤخذ القراءات على طول إمواج مختلفة. والإستجابة الطيفية التى تم الحصول عليها يمكن أن تقارن بمقياس أو نسبة إنعكاس مئوية عند كل طول موجة ويمكن أن تحول حسابياً إلى س X وص Y و ع Z (أحمر وأخضر وأزرق بالتتابع). وهذه القيم تستخدم لحساب إحداثيات التعبير عن اللون المرئى chromaticity coordinates س X ، ص Y والتى يمكن أن تنقط على رسم بيانى للتعبير عن اللون المرئى chromaticity diagram الخاص بـ ل.د.ض CIE س X - ص Y. ويُعَرَف اللون فيما بعد بـ ص Y (ضياء lightness) ولو أنها دقيقة فهذه الطريقة مملة مالم يوجد تسجيل من الجهاز.

والأجهزة ذات المنشطات الثلاثة لها مصادر إضاءة ومرشحات ومحددات ضوئية photodetectors ونبيطة تحسب الأبعاد الكروماتية للون (أ ، ب أو س ، ص). وهى لها مساحة رؤية أكبر من مقياس الطيف ومرايا وعدسات تسقط الضوء على العينة. والضوء من العينة يوجه فى نفس الوقت إلى ثلاثة مرشحات وتنتج ثلاث إشارات والتى تحدد detected بواسطة جهاز الإحساس الضوئى photosensors وتحول إلى قيم س X ، ص Y ، ع Z.

وتحديد اللون فى قيم المنشطات الثلاثة يكافىء تحديد مكان اللون فى فراغ ثلاثى الأبعاد. ويمكن تعريف أى لون بالتعبير عنه بـ س x ، ص y وبنسبة مئوية من ص Y. والألوان الطيفية تنقط على

إحداثيات س x ، ص y للحصول على التعبير عن الإحساس باللون المرئي س x – ص y لـ ل.د.ض. والضياء brightness (الإشراقية/نورانية luminosity) يمكن تنقيطها كنسبة منوية من ص Y.

ومقاييس هنتر للون ولإختلاف اللون هي أجهزة ثلاثية المنشطات تستخدم بكثرة في تحليل الألوان. وإما يستخدم ر.د Rd (إنعكاس الإشراق/النورانية luminous reflectance) أو ل L (الضياء lightness) : ر.د Rd تتصل بنظام ل.د.ض CIE؛ و ل L تتصل بنظام منسل.

وعمل مقياس هنتر لإختلاف اللون هو بسيط نسبياً فمصدر للضوء شديد ومضبوط يبؤر على العينة. والضوء المنعكس من العينة ينتشر داخل سياج مغطى بالبياض. والضوء المنعكس يقاس بـ ر.د Rd أو ل L. ومرشحات اللون توجد حول السياج. وخلايا ضوئية في خلف المرشحات تولد قراءات أ a، ب b.

وقراءات ر.د Rd (أو ل L) ، أ a ، ب b تعطى لكل إختبار عينة. وهذه القيم يمكن أن تعطى كما تلاحظ أو كقيم نسبية (أ/ب a/b) أو يمكن أن تحول إلى دلالات ل.د.ض CIE. وإختلافات اللون تحدد بمقارنة الخارج من الجهاز مع قراءات سابقة أو مع معيار standard.

وإذا كان تقدير الأجهزة للون غير عملي أو غير ممكن يمكن إستخدام طرق أخرى. فيمكن مقارنة الغذاء مرئياً visually إلى أشياء أو دلائل لونية معايرة مثل تلك المستخدمة بواسطة مفتشي الحكومة عندما يدرجون الزبد والخضروات والفواكه.

ومقاييس اللون أحادية العدد قد تم تطويرها لتقدير جودة اللون لمنتجات معينة مثل صلصة التفاح والطماطم الخام وعصير الطماطم وعصير البرتقال وعصير الموالح. ومواصفات اللون في إصطلاحات س X ، ص Y أو ع Z أو ل L ، أ a ، ب b تحول إلى أعداد تقابل جودة معينة أو درجة معينة.

وقد تطور طرق فريدة لمواقف معينة فالمستخلصات أو العصائر أو السوائل الملونة صناعياً أو العينات الجافة أو المجمدة يمكن أن تعمل كمرجع معيارى standard وصور تمثل درجات من البنية/الإسمرار للفواكه المقطوعة. أو المنتجات المخبوزة يمكن إستخدامها أيضاً. وتحليل كل خصائص المظهر هندسية أو كروماتية/لونية يندر أن يكون ضرورياً أو عملياً. وفي معظم الأحيان من المناسب قياس فقط الخواص المتصلة بالمشكلة أو المنتج.

(Macrae)

ليسين lysine

الليسين هو حمض α-ε-ثنائي أمينو كابرويك α-ε-diaminocaproic acid وزنه الجزيئي ١٤٦,١٩ وهو حمض أميني ضروري للإنسان.

وهو إبر من الماء وصفائح سداسية من الكحول المخفف يتحول إلى الإغمقاق على ٢١٠°م ويتكسر علـى ٢٢٤,٥°م، ح ث، pK_1 ٢,٢٠ ، ح ث، pK_2 ٨,٩٠ ، ح ث، pK_3 ١٠,٢٨ علـى ٣٨°م. ويـذوب بسهولة فى الماء ولايذوب فى المحاليل المتعادلة العادية. وثنائى الكلوريد عبارة عن بلورات من الإيثانول + إيثير وينصهر على ١٩٣ °م. وأحادى الكلوريد بلورات من إيثانول مخفف ينصهر على ٢٦٣-٢٦٤°م عندما يكون لامائى.

ويستعمل فى تغنية الحبوب من العلف.

(Merck)

---

lycopene **ليكوبين**

أنظر: كاروتينويدات

ليمون

lemon **ليمون أضاليا/حامض**

الإسم العلمى	*Citrus limon*
الفصيلة/العائلة: السذابية	Rutaceae (rue)

بعض أوصاف

أشجار رؤوسها مفتوحة عادة شوكية ولها أفرع منتشرة مستقيمة والأزهار كبيرة ملونة بالأرجوانى من أسفل البتلات والثمار جلدها محكم ولها صرة عند الكأس وعادة حمضية وصفراء باهتة اللب وعندما تنضج تصبح صفراء وتستخدم فى التنكيه للأغذية والمشروبات ويقند القشر.

(Everett)

وهى حساسة كشجر لدرجات حرارة التجمد وتحتفظ بنفسها جيدا إذا قطعت قبل النضج وأثناء التخزين يجف القشر الخارجى ويصبح أفتح فى اللون وأرفع وأجشب وجلديا ومقاوما للضرر والعملية التى تنتج هذه التغيرات تسمى المعالجة curing ويمكن إسراعها بتعريض الثمار لغاز الإيثيلين فى غرف دافئة.

المعاملة

يصنع منه عصير ليمون والمنتجات المشابهة كعصير الليمون المجمد والليمونادة ومركزاتها المجمدة ومشروبات خفيفة ويستخدم القشر واللب والبذور فى إنتاج زيت الليمون والأسنس والبكتين والفلافونويدات الحيوية ومكونات علف الماشية. (Ensminger)

يعطى عصير الليمون الأضاليا حتى ١٪ من وزن الفاكهة حمض سيتريك ويلاحظ أن العصائر المركزة تقيّس على أساس الحموضة. ويحتوى الفلافيدو flavedo (الطبقة الخارجة من القشر) على غدد زيت، والزيت مخلوط من الزيوت العطرية essential oils التى تتكون من مركبات عديدة تشمل التربينات والألدهيدات والاسترات والسيترولات والكحولات. ويستخدم الزيت فى تنكيه الأغذية والمشروبات وفى الصابون والروائح وفى إنتاج مبيدات الجراثيم وزيت البذور يستخدم فى إنتاج المرجرين.

(Prasad and Mustaffa, in Macrae)

الإختيار

الليمون الطازج الذى له قوام دقيق وثقيل بالنسبة للحجم عادة أحسن جودة من تلك ذات الجلد الخشن وخفيفة الوزن والليمون الأصفر العميق عادة ناضج وليس حمضياً مثل ذات اللون الأفتح أو الأصفر المخضر. وعادة رفيع الجلد وبه نسبة عالية من العصير وإن كانت غير مرغوبة حيث الليمون مطلوب لنكهته الحمضية. والهدم يظهر كعفن عند نهاية الساق والثمار الذابلة أو ذات الجلد الصلب أو الناعمة أو الاسفنجية غير مرغوبة.

التحضير

الليمون الطازج موجود طول السنة والعصير والقشر واللب لها نكهة قوية فيمكن إستخدامها فى تعزيز الأغذية الأخرى فيستخدم بدل الخل فى السلطة ويعصر على الفواكه والخضر لمنع إغمقاقها ويمكن عمل قشر مقند وجيلاتى ومالنات الفطائر والبودنج والشربت ويلاحظ أن البعض حساسين لبعض مكونات القشر.

ويستخدم فى المشروبات الكحولية والكيك والحلوى وعقبة الجيلاتى والمربى والجيلى والمرملاد والفطائر ومبشوره يضاف لكثير من الأطباق.

والقشر يحتوى الألدهيد سيترال المضاد لفيتامين أ.

ويعطى براساد Prasad ومصطفى Mustaffa فى Macrae التركيب التالى لعصير الليمون الأضاليا لكل ١٠٠جم؛ المكونات الكبرى: بالجرام، حمض سيتريك ٦، جوامد ذائبة ٩، سكريات كلية ٢، سكريات مختزلة ١,٦، وبالمليجرام، حمض أسكوربيك ٤٥، رماد ومعادن ٢٥٠، بوتاسيوم ١٠٠، كالسيوم ١٠، فوسفور ٩، مغنيسيوم ٧، وصوديوم ٢؛ والمكونات الصغرى: بالجرام، بروتين٤ ، دهن ٠,٢، حمض ماليك ٠,٣، حديد ٠,٢، وبالمليجرام، ثيامين ٠,٠٤، وريبوفلافين ٠,٠٢، وحمض نيكوتينيك ٠,٠٩، وإينوسيتول ٦٥,٠، وفلافونات ٤٥,٠.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠جم من اللب والقشر الخام بها: ٨٧,٤٪ رطوبة وتعطى ٢٠ سعراً وبها ١,٢ جم بروتين ، ٠,٣ جم دهن ، ١٠,٧ جم كربوايدرات ، ٥,١جم ألياف ، ٦١,٠ مجم كالسيوم ، ١٥مجم فسفور، ٣,٠ مجم صوديوم، ١١,٩ مجم مغنيسيوم ، ١٤٥مجم بوتاسيوم، ٠,٧٠مجم حديد، ٠,١١مجم خارصين ، ٠,٢٦ مجم نحاس ، ٣٠ وحدة دولية فيتامين أ ، ٧٧,٠ مجم فيتامين ج، ٠,٠٥مجم ثيامين، ٠,٠٤مجم ريبوفلافين، ٠,٢٠ مجم نياسين ، ٠,٢٢مجم حمض بانتوثينيك ، ٠,١٢مجم فيتامين ب٦، ١٢.٠ ميكروجرام حمض فوليك ، ٠,٤٩ ميكروجرام بيوتن. (Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية citron، وبالألمانية Zitrone، وبالإيطالية limone، وبالأسبانية limion.
(Stobart)

ليمون بنزهير lime

توجد تحت مجموعتين:

ليمون بنزهير حامضى

صغير الثمار *Citrus aurantifolia* Swing

وكبير الثمار C. latifolia Tan.
وليمون حلو (هندى أو فلسطينى)
C. limettiodes Tan
(Cope & Forsyth, in Macrae)
الفصيلة/العائلة: السذابية Rutaceae (rue)

بعض أوصاف

الليمون البنزهير من نوعين نوع حامضى جداً الصغير منها مستدير، إهليلجى قصير لامع أصفر مخضر عند النضج كثير البذور وله قشرة rind ناعمة وجلدية. أما الثمار الكبيرة فبيضية مستطيلة لونها عند النضج أخضر غامق أو فاتح، مرتين إلى خمس مرات حجم الصغير ونوع حلو. والليمون البنزهير الحامضى ينتشر دائم الخضرة وله حجم متوسط مع سيقان رفيعة وبها أشواك صغيرة. والأزهار صغيرة يعقبها ثمار تنتج دائماً خاصة فى الشتاء. والثمار حوالى ١,٥ بوصة فى الطول وبيضاوية أو تكاد تكون كروية ولها جلد رفيع ناعم محكم لونه أصفر مخضر عند النضج واللحم مخضر فاتح وعند النضج فإنها تقع على الأرض. أما النوع الحلو فهو متوسط الحجم مستدير إلى بيضاوى مستطيل، أصفر مخضر إلى أصفر برتقالى عند النضج والعصير غير حامضى.

المعاملة

يستخدم طازجاً ويعمل منه عصير وهو قوى ولذا يخفف وليمونادة ومشروبات خفيفة ومرملاد وشراب وزيت ويستخدم مع الأطباق الأخرى كثيراً كالسمك وفى المشروبات الكحولية والقند والكيك والعُقْبة والجيلاتى والمربى والجيلى والمرملاد والعصائر والشربت والمشروبات الخفيفة.

و٤٠٪ أو أكثر منه عصير ، والعصير ٩٠-٩١٪ ماء، ٢-٣٪ بروتين، ٠,١٪ دهن، ٠,٣٪ رماد. وكل ١٠٠ مل تعطى ١١٠-١٤٠ كيلوجول، ٥٠ مجم فيتامين ج وبه ٧,٢٪ حمض سيتريك. (Cope)

عصير الليمون البنزهير

يركز العصير نظراً لإحتوائه على نسب مئوية من الأحماض العضوية أعلا عن الكربوايدرات فإن درجة التركيز تحدد بجرامات الحمض فى اللتر عوضاً عن درجات بريكس Brix. مركزات العصير تبخر إلى ٤٠٠-٥٠٠ جرام حمض فى اللتر.

زيت الليمون البنزهير

يسمح لأجزاء الثمرة أن تستمر إلى أن تُصْفَقَ decanted طبقة الزيت من أعلاها، وهذا الزيت يختلف فى تكوينه عن الزيت المُقَطَّر distilled. والعصير - فى أسفل الوعاء - يُرَوَق ويكون لونه أخضر فاتح براق. وقد يحضر الزيت بتمرير الفلافيدو وأجزاء الثمرة المتصلة به إلى مكبس ترشيح مخروطى بالضغط ومنه إلى مصفاة صلب ويفصل الزيت فى طارد مركزى سريع. وينتج زيت رائق أخضر ذو رائحة عطرية دقيقة ثابتة العبير والنكهة حيث يستخدم فى مشروبات العصير والمشروبات الخفيفة.

ويوجد الزيت فى أكياس الزيت البيضاوية فى الفلافيدو والطبقة الخارجية للقشرة وهى تعمل لحماية الثمرة من الكائنات المرضية والحشرات ويتكون الزيت من أيدروكربون سسكويتوبين sesquiterpene (د-ليمونين D-limonene أكثر من ٥٠٪) ومعه مخلوط من أحادى سسكويتربين. وقد وجد فيه ١٢ كحول ، ٧

الدهيـــدات ، ٤ أســـترات وواحـــد كيتـــون و٢٢ أيدروكربـون مـع ٧ مكونـات غـير طيـارة (أساسـاً كومارين commarins).

الإختيار

الليمون البنزهير أخضر فى اللـون وثقيـل بالنسـبة للحجم ويصيبه العفـن كمـا فـى الليمـون الأضاليـا فيتبقع بلون بنى أرجوانـى وكثيراً ماتتحول الثمرة كلها للون البنى وهذا ينتـج عن السَفْع scald وقد لاتتأثر الفاكهة.

التخزين

نظراً لعلو الحموضة منه مع رقم جـ يد منخفض فهو أكـثر ثباتـاً ولكـن قـد ينمـو الفطـر خاصـة الـ *Penicillium* مسبباً إصفرار القشر وتبقعها. ويمكن التغلب على ذلك بإستخدام درجات حرارة ١٠°م و٩٠ – ٩٥٪ نسبة رطوبة.

التحضير

يحضر منه شراب منعش فى الجـو الحار ويستخدم كما سبق ذكره. والبعض حساس لبعـض مكونـات القشر. والقشر يحتـوى الألدهيـد سترال المضـاد لفيتامين أ.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم خام تحتـوى ٨٩,٣٪ رطوبـة وتعطـى ٢٨,٠ سعراً وبها ٠,٨ مجم بروتين ، ٠,٢ جـم دهـن ، ٩ جـم كربوايـدرات ، ٠,٥ جـم أليـاف، ٣٣,٠ مجـم كالسيوم، ١٨,٠ مجـم فسفور، ٢,٠ مجـم صوديـوم ، ١٠٢,٠ مجم بوتاسيوم ، ٠,٦ مجـم صوديـوم، ١٠,٠ وحـدة دوليـة فيتـامين أ ، ٣٧,٠ مجـم فيتـامين ج ، ٠,٠٣ مجـم ثيـامين، ٠,٠٢ مجـم ريبوفلافـين ، ٠,٢٠ مجم نياسين ، ٠,٢٢ مجم حمـض بانتوثينيك ، ٤٠٠ ميكروجرام حمض فوليك. (Ensminger)

الأسمـاء: بالفرنسـية limette/lime ، وبالألمانيـة limone ، susse ، وبالإيطاليـة lima/cedro ، وبالأسبانية lima.

ليمون هندى
shaddock / pomelo / pumelo / pummelo & pompelous

الإسم العلمى *Citrus* (ducumana) *maxima*

الفصيلة/العائلة: السذابية Rutaceae (rue)

(Everett)

C. grandis [L.] Osbeck.

(Cope)

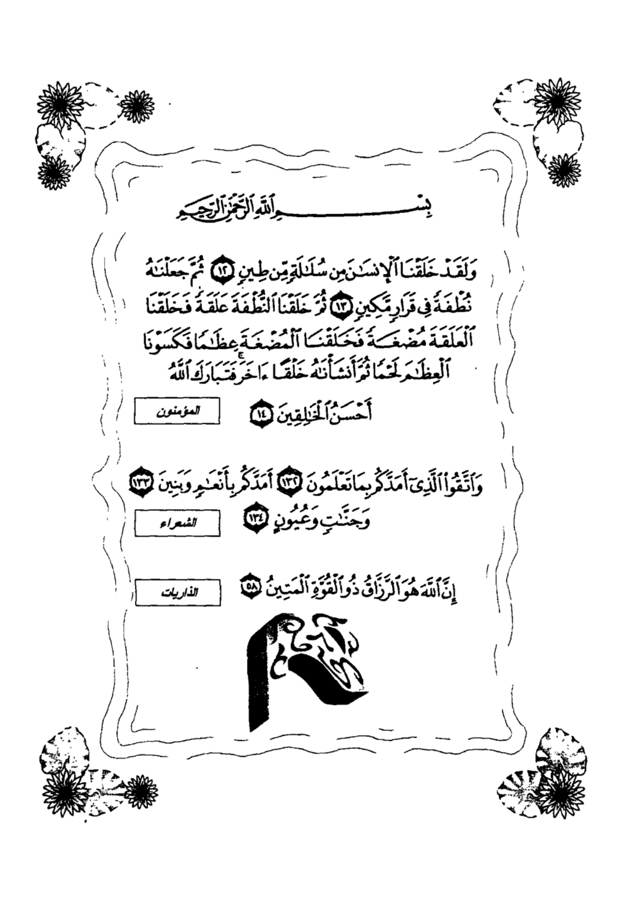
بعض أوصاف

قد تصل الثمار إلى ١٠ كجم وتشبه ليمـون الجنـة grapefruit كبيرة ولها قشر سميك وهـى تـتراوح مابين ١٠ ، ٣٠ سم فى القطر وفى الداخـل الليمـون الهندى جاف وله قلب أجوف والفصوص فـى أغشية جلدية جشبة سميكة ويمكن تقشيرها بسهولة (وهـو يضاف العصير كبيرة) وعـادة وردية والمـذاق عطرى تابلى ومر.

وهو يكون هجائن بسهولة. (Cope)

الأسماء: بالفرنسية pample mouse ، وبالألمانية Pampelmuse ، وبالإيطاليـة patmpelimosa ، وبالأسبانية citrus decumana/panplomus.

(Stobart)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

وَلَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنسَانَ مِن سُلَالَةٍ مِّن طِينٍ ﴿١٢﴾ ثُمَّ جَعَلْنَاهُ نُطْفَةً فِي قَرَارٍ مَّكِينٍ ﴿١٣﴾ ثُمَّ خَلَقْنَا النُّطْفَةَ عَلَقَةً فَخَلَقْنَا الْعَلَقَةَ مُضْغَةً فَخَلَقْنَا الْمُضْغَةَ عِظَامًا فَكَسَوْنَا الْعِظَامَ لَحْمًا ثُمَّ أَنشَأْنَاهُ خَلْقًا آخَرَ فَتَبَارَكَ اللَّهُ أَحْسَنُ الْخَالِقِينَ ﴿١٤﴾

المؤمنون

وَاتَّقُوا الَّذِي أَمَدَّكُم بِمَا تَعْلَمُونَ ﴿١٣٢﴾ أَمَدَّكُم بِأَنْعَامٍ وَبَنِينَ ﴿١٣٣﴾ وَجَنَّاتٍ وَعُيُونٍ ﴿١٣٤﴾

الشعراء

إِنَّ اللَّهَ هُوَ الرَّزَّاقُ ذُو الْقُوَّةِ الْمَتِينُ ﴿٥٨﴾

الذاريات

ماتاي
matai or Chinese water-chestnut

الإسم العلمى

Eleocharis dulus / E. tuberosa

الفصيلة/العائلة: السعدية Cyperaceae (sedge)

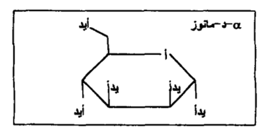
بعض أوصاف

تزرع فى المستنقعات والبحيرات والحقول المغرقة فى الصين وتايوان وتايلاند. والجوزة هى درنة أو كورمة تنمو منها أوراق الدرنة التى تبلغ ١-٢ متر فى الإرتفاع. وتتكون الكورمات الجديدة عند نهايات الريزومات الأفقية. والكورمة تحتوى ١٤٪ بروتين ، ٠,٢٪ دهن، ٥,٤٪ نشا ومايساوى ذلك من السكريات (سكروز ، جلوكوز ، وفركتوز) وبها فيتامينات ب، ج، نى وفوسفور وبوتاسيوم. وتدخل فى الشوربة والسلطات وتؤكل مع اللحم والسمك والبودنج وهى تعلب وتصدر طازجة.

(Vaughan)

د-مانوز
D-mannose/seminose/carukinose

وزن الجزيئى ١٨٠,١٦



شكل α- بلورات من الميثانول ينصهر على ١٣٣ °م وشكل الـ β- إبر لها ثلاثة محاور تتقابل عند زوايا قائمة orthorhombic محددة بثمانية مثلثات غير متساوية الأضلاع مرتبة فى أزواج bisphenoidal من الكحول أو حمض الخليك. يتكسر على ١٣٢ °م وله طعم حلو مع خُلْفَه مرة. ويذوب جرام واحد منه فى ٠,٤ مل ماء أو ١٢٠ مل ميثانول أو ٢٥٠ مل إيثانول مطلق أو ٣,٥ مل بيريدين. ج.ث، pKa (١٨°م) ١١,٩٨ ويختزل محلول فهلنج وتخمره الخميرة.

وبلورات الفينيل هيدرازون من الإيثانول المخفف تنصهر على ١٩٩ - ٢٠٠°م.

(Merck)

تفاعل مايارد/إسمرار غير إنزيمى
Maillard reaction / non-enzymatic browning

أنظر: إسمرار

ل-ميثيونين L-methionine

هو حمض ٢-أمينو-٤-(ميثيل ثيو) بيوتريك 2-amino-4-(methyl thio) butyric acid

وزنه الجزيئى ١٤٩,٢١ . وهو ضرورى للإنسان.

صفائح سداسية صغيرة من الكحول المخفف ينصهر على ٢٨٠ - ٢٨٢°م ويذوب فى الماء وفى الكحول المخفف الدافىء ولايذوب فى الكحول المطلق أو الإيثير أو الإيثير البترولى أو البنزين أو الأسيتون.

(Merck)

مخيض	buttermilk

أنظر: زبد

مرأ

مرتة	morta

أنظر: سمنة

مرجان	sea-bream

أنظر: سمك

مرجان مذهب	gilt head

أنظر: سمك

المرجرين	margarine

أخترع المرجرين الفرنسي ميجيه مورية Mége Mouriès فى ١٨٦٩ فمَخَضَ الأليو المضغوط من دهن الماشية مع اللبن ثم إستطاع نورمان Normann الألمانى فى ١٩٠٢ تصليب الزيت بإضافة أيدروجين.

والمرجرين لها الميزة الفريدة فى إنها سهلة البسط من الثلاجة. ودستور الأغذية الدولى Codex Alimentarius للمنتجات المحتوية على الأقل ٨٠٪ دهن و ١٦٪ ماء يحدد مقاييس المرجرين. وقد تعرف المرجرين بأنها "غذاء فى صورة مُستَحلَب لَدِن أو سائل يتكون أساساً من ماء/زيت وينتج أساساً من دهون وزيوت مأكلة والتى لم تشتق أساساً من اللبن". وهذا المقياس ينص على المضافات المسموح بها بما فيها الفيتامينات ومواد التنكيه والملونات والمستحلبات والمواد الحافظة.

ومواد البسط، المرجرين تُسَوَّق فى أشكال يمكن تقسيمها عموماً إلى صلبة أو طرية. والصورة المميزة هى درجة السيولة للمنتج وقت التعبئة. فالمرجرينات الصلبة متماسكة hard بقوة يسمح بقولبتها فى شكل عصاة stick أو مطبوع print أو قالب brick بينما المرجرينات الطرية soft والتى تحتوى على زيت أكثر من الدهن المتصلب سائلة جداً لكى يمكن أن تحتفظ بشكلها وتتطلب التعبئة فى عبوات ورق مقوى أو لدائن. والمرجرينات على شكل عصاة تختلف كثيراً فى درجة صلاحيتها حيث أن الزيت السائل فى التركيبة قد يتراوح مابين ٦٠ – ٦٥٪ إلى ٨٠–٨٥٪. وكلا النوعين يمكن خفقه مع النتروجين أو الهواء لتعزيز البسطية spreadability. وعادة الزيادة فى الحجم تبلغ ٣٣٪. وقد قُدِمَ فى الولايات المتحدة ١٩٦٣ مرجرين سائل ولكن لم يصل إلا إلى ٢٪ من السوق.

ومخاليط المرجرين مع الزيت محبوبة فى السوق الأوربية المشتركة كدهن كامل ومواد بسط ذات طاقة منخفضة.

التركيب structure

المرجرين مستحلب ماء فى زيت حيث الطور الزيتى يتكون من كل من الزيت السائل ودهن متبلر على درجة حرارة الغرفة. ويتحقق التركيب الصلب بواسطة شبكة شبه صفحة sheet-like ثلاثية الأبعاد من بلورات الدهن أو تجمعات دهن

بلورية والتى تحبس نقيطات ماء صغيرة معلقة فى زيت. وسلاسة التركيب ترجع إلى روابط كيماوية أولية والتى تنتج عن نمو البلورات وهذه عادة غير عكسية وإلى روابط ثانوية تتكون خلال قوى لندن-فان درفال London-van der Waals forces وهذه عكسية.

وعدد وحجم بلورات الدهن فى المرجرين يختلف مع التكوين الكيماوى لمصدر الزيت ومع معاملتها. والتركيبات تُضبَط لتشجيع تكون بلورات β[1] صغيرة عديدة والتى كل منها حوالى ١ ميكرومتر فى الطول ولتمنع تحولها بتعدد الأشكال polymorphic إلى عدد أقل ولكن أكبر من بلورات β الأكثر ثباتاً، والتى تبلغ فى الطول ٢٠ - ٣٠ ميكرومتر. وعند محتوى مواد صلبة عالٍ فإن شبكة من بلورات β ينتج عنها مرجرين قصف وصلب بينما عند محتوى مواد صلبة منخفض فإن البلورات الكبيرة أقل قدرة على تكوين شبكة متصلة والمنتج قد يصبح زيتياً. ومثالياً فجسيمات المواد الصلبة البلورية يجب أن تكون صغيرة بحيث أن قوة إلتصاق adhesion الجسيمات تزيد على قوة الجاذبية الأرضية وأن المسافات بينها تكون صغيرة بدرجة تمنع نزّ seepage الطور السائل وهذا التركيب يعطى المرجرين خاصية اللدانة plasticity.

والمجهر الأليكترونى الماسح يظهر أن نقيطات الماء فى مستحلب المرجرين قد تكون صغيرة حتى ١ ميكرومتر فى القطر بحيث يكون منها ٥-١٠ × ١٠^٩ فى كل مليلتر. والمستحلبات مثل أحادى الجليسريدات وثنائى الجليسريدات والليسيثين وبروتينات اللبن توجد فى بيسطح ماء/زيت وهى تساعد فى تشتيت الماء كنقيطات فى الزيت أثناء تكوين المستحلب وفى حفظه مشتتاً نظراً لميلها الثنائى - ولكن غير المتوازن - لكلا الطورين. وسيادة المجموعات غير القطبية على عامل الإستحلاب تنجح فى خفض التوتر البيسطحى بين جزيئات الزيت أكثر من تأثرها بالمجموعات القطبية على الماء، بحيث أن الزيت يصبح الطور المستمر. ووجود كل من المجموعة المحبة للدهن والمجموعات المحبة للماء فى المستحلب عند بيسطح ماء/زيت ضرورى لثبات المستحلب.

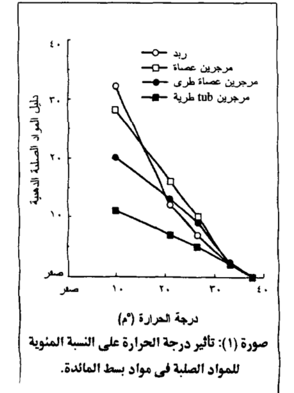
الخواص الفيزيقية والحسية
physical & sensory properties

مظهر المرجرين يتحدد عادة بلونها ولمعانها gloss والذى يمكن قياسه بآلات مثل ملوان هنتر Hunter أو ملوان لوفيبوند Lovibond tinctometer ومضافات مختلفة يمكن إستخدامها لمضاهاة شدة اللون والخضب hue مع الزبد. واللمعان دالة احكام المستحلب emulsion tightness. واللمعان الزائد يتكون إذا كانت شبكة بلورات الدهن غير دقيقة بالدرجة الكافية أو متماسكة لتحبس الزيت السائل. والمرجرينات الطرية أكثر لمعاناً عن المرجرينات الصلبة نظراً لمحتواها الأعلا من الزيت السائل.

و "البسطية spreadability" هى تعبير آخر عن "اللدانة plasticity" ويصف قابلية المادة لأن تُقوْلَب بالضغط الخفيف. وبسطية المرجرين هى دالة ديناميكية لنسب الدهن السائل والصلب أثناء ظروف عمل متوسطة تتراوح مابين الثلاجة ودرجة

حرارة الغرفة. وعلى ذلك فهى تعكس نقاط إنصهار المـواد الصلبـة فـى الدهـن، وأشـكالها المتعـددة polymorphic. وقيـاس الخاصيـة الميكانيكيـة لتماسك المرجرين على مدى من درجـات الحـرارة أو محتواها مـن المـواد الصلبـة يعطـى تعبيرا معقـولا عـن بسـطيتها النسبية. والتماسـك يمكـن أن يقـدر بـآلات مثـل مخـراق المخـروط -cone penetrometer ومقيـاس القـوام أو الانسـترون instrun أو بواسـطة هيئـة حسـية متمرنـة. ونسـبة المـواد الصلبـة يمكـن أن تقـاس بواسطـة قيـاس التمـدد dilatometry أو بواسطـة الرنين المغناطيسى النووى nuclear magnetic resonance. والإختبـارات الوظيفيـة بواسـطة الهيئات الحسية أقترحت أن المرجريـن يكـون أمثل بسطيا حيـث قيمة الخضـوع yield value مقاسـة بواسطة مخـراق المخـروط ذى الحمل الثابت فى مدى ٣٠ – ٦٠ كيلو باسكال. ومحتويات مواد صلبـة عرفت بالنسبة للبسطية بأنها مثالية عند ١٧٪ مـواد صلبـة وتكـون صلبـة جـدا لكـى تنبسـط علـى ٣٥٪ وطرية جـدا أو زيتيـة علـى ٧٪. ومنحنيـات دلائـل الدهن الصلب فى الصورة (١) تظهر هذا.

النعومـة smoothness وعكسـها التحبـب graininess هـى خاصيـة هندسـية لقـوام مـواد البسط للمائدة والتى تعكس حجم بلـورات الدهـن الموجـودة. ومثاليا هذه يجب أن تكون غـير مدركـة بالحس أى أصغر من ٢٢ ميكرومتر والذى وجـد أنها عتبـة حجـم البلـورة التـى يمكـن تحديدهـا فـى المرجرين. وعند الشعور بهذه البلورات أو أكبر منها فإن المرجرين يوصـف بأنـه رملـى أو حبيبـى وهـذا العيب ينقص التقبل ويمكن متابعة حجـم البلـورة بمجـهر الضـوء المسـتقطب. والدهـن مثـل زيـت "السلجم الحقلى canola oil" المـهدرج حيـث المكون الصلب يسوده أحمـاض دهنية لـ١٨ك تنصهر على درجة حرارة عالية تكـون معرضـة أكثر للتحبب حيـث تجـانس الشـكل يحـابى نـمـو البلـورات. وبالتـالى بالتشـكيل المختلـف لمخلـوط الدهـن بتخفيفه بـ ١٠ – ١٥٪ زيت نخيل، والذى هـو مرتفـع فـى حمـض البالمتيك يمكـن أن ينقـص مـن خطـر تعـدد الأشـكال polymorphism. كذلـك ثلاثـى إستيارات السوربيتان sorbitan tristearate، إن كان يسمح بها كمضاف غذائى، قد تكون مؤثرة فـى تثبيط تكون البلورات.



صورة (١): تأثير درجة الحرارة على النسبة المئوية للمواد الصلبة فى مواد بسط المائدة.

وسرعة الإنصهار فى الفم لمواد البسط تعطى إطلاق سريع للنكهة مقترناً بالشعور بتبريد نتيجة إمتصاص حرارة التبلر. ومقياس هيئة الإحساس لمعدل الإنصهار فى الفم قد تم عمله على منتجات كندية فكان متوسط أزمنة الإنصهار فى الفم لعينات ١ مل على ٤°م كالآتى: ٢٤ ثانية لقالب مرجرين متماسك، ٢٠ ثانية لعصاة مرجرين ، ١٢ ثانية لمرجرين طرى ، ١٨ ثانية للزبد. وفى غياب إنصهار كامل عند درجة حرارة الجسم فقد يبدو أن مادة البسط صمغية أو شمعية. وشعور الإحساس بالتبريد اللطيف الخاصة بالزبد هى دالة لبروفيل الإنصهار العميق (الصورة ١) وهذا يصعب إيجاده فى المرجرين بدون التضحية بميزة البسطية.

ونكهة المرجرين هى إرتباط بين مواد الرائحة فى الطور الدهنى ومواد المذاق الذاتية فى نقيطات الماء. ومضافات النكهة المسموح بها تشمل مركبات قد عرفت كمهمة فى عبير الزبد. وهذه تشمل ثنائى الأسيتيل diacetyl (١-٤ جزء فى المليون) وثنائى كبريتيد الميثايل dimethyl sulphide واللاكتونات وأسترات الإيثايل لأحماض دهنية قصيرة السلسلة والكيتونات والألدهيدات. وحيث يضاف الملح لمواد البسط فهو مادة التذوق الرئيسية فى معقد النكهة بالرغم من أن اللاكتوز من المواد الصلبة اللبنية قد يضيف قدرا متوسطا من الحلاوة. ولايؤثر تغيير نسبة الملح على الشعور بالملوحة ولكنه قد يؤثر على توازن النكهة فى المرجرين بسبب تأثيره على معامل التوزيع partition coefficient لمكونات النكهة.

الثبات stability

المرجرين القياسى ذو ٨٠٪ دهن عادة لها عمر رف ٦ - ١٢ شهر إذا برد المنتج أثناء النقل والتسويق والتوزيع وفى المنزل. وهذه المدة أقصر للمنتجات الأقل دهنا والأعلا رطوبة ولتلك الخالية من الملح.

والفساد من الكائنات الدقيقة والذى قد يتسبب عن العفن والخميرة محدود بضبط حجم نقيطة الماء وبإضافة ملح ومواد حافظة أخرى. وحيث النقيطات أصغر من ١٠ ميكرومتر وكمية المواد الصلبة اللبنية محدود فيمكن حساب أنه لكل نقيطة ماء لايوجد مغذيات كافية لنمو الكائنات الدقيقة. وعلى ذلك فثبات المستحلَب يعنى جودة الحفظ. ومستويات الملح ١,٠ - ١,٥٪ فى المرجرين تعتبر ضرورية لحد الكائنات الدقيقة. وعند مستوى ١,٠٪ بالوزن يكون هناك تركيز ملح قدره ٦,٢٥٪ فى السيرم بفرض نسبة ١٦٪ ماء فى المرجرين. والمواد الحافظة كحمض السوربيك أو البنزويك أو أملاحهما من الصوديوم أو الكالسيوم تضيف حماية ضد نمو الكائنات الدقيقة بخفض جـ يد. ويوصى بـ جـ يد ٥ - ٦ فى المرجرين المملحة وحموضة أكثر - جـ يد ٤-٥ - للمنتجات غير المملحة.

والمرجرين العرضة لتعدد الأشكال polymorphism قد تُبدِى عدم ثبات قوام ظاهر بعد ٣ أشهر من التخزين بالتبريد. والتحبب الذى يمكن تحديده يتطور وهو يمثل نمو بلورات الدهن. وفى الحالات المبالغ فيها فقد يزيد هذا من التعرض للفساد بالكائنات الدقيقة. وظهور بلورات دهن خشنة جدا قد يعصر الزيت السائل

من المنتج ويسمح بإندماج جزئــــى partial coalescence للطور المائى. ووجود رطوبة حرة على سطح المرجرين قد ينتج عنه نمو العفن.
وثبات النكهة فى المرجرين يعززه التبريد فى التخزين لإعاقة الأكسدة الذاتية للزيت وكذلك التعبئة ضد الضوء لتجنب الأكسدة الضوئية. وتغيرات فى أى من الآليتين تنتج نكهات غير مرغوبة فى الزيت وهذه توصف بأنها بقولية beany أو بَوَيِيه painty أو سمكية fishy. والإتجاه لإستخدام أكثر للمرجرين الطرية مع محتويات زيت أعلا يزيد من خطر الأكسدة الذاتية خاصة عندما تكون الزيوت المستخدمة عالية فى الأحماض الدهنية غير المشبعة. وإضافة مضادات الأكسدة يسمح به لتقليل هذا الخطر. والأكسدة الضوئية للزيوت السائلة تحدث أكثر عند الأمواج القصيرة مع أقصى مايمكن على أقل من ٤٥٥ نانومتر. والضوء المستشعع فى الأسواق قد ينقل موجات طولها مابين ٣٥٠–٧٥٠ نانومتر فالتعبئة ضد ضوء موجات قصيرة يوصى به لزيادة حماية نكهة المرجرين إلى أقصى حد.
(Macrae)

طرق التصنيع methods of manufacture
تركيب المرجرين عبارة عن شبكة من بلورات الدهن الصغيرة والتى تعمل كشبكة تحتوى نقيطات الزيت والماء. وبَسْطية المنتج النهائى تتوقف على نسبة وخواص الزيت السائل والدهن المتبلر فى مكون الزيت فى المرجرين. والزبد والمرجرين العصاة قصفتان عند درجة حرارة المبرد ثم تصبحان أكثر قابلية للبسط بالإقتراب من درجة حرارة الغرفة حيث تنصهر بعض بلورات الدهن. وإذا أراد المستهلك البسطية من الثلاجة فالمرجرين الحوض الطرى soft tub هو إختياره حيث يحتوى مواداً صلبة أقل وزيتاً سائلاً أكثر.

• الخواص الفيزيقية physical properties
الخواص الفيزيقية للمرجرين تعتمد على: ١– نقطة إنصهار الجليسريدات الثلاثية فى المكون الزيتى. ٢– محتوى المواد الصلبة الموجود عند درجة حرارة معينة. ٣– توزيع هذه الدهون الصلبة على مدى متسع من درجات الحرارة. ٤– التحوير متعدد الأشكال polymorphic لبنية بلورات مكونات الدهن. والمرجرين مصمم ليقابل متطلبات النكهة واللدانة والكريمية creamability بربط أساس المرجرين المصمم مع مخلوط طور مائى بحيث أن نقيطات الماء تكون مشتتة بدقة ولكن متحدة بتفكك كافٍ للمستحلَب أن يتكسر بسهولة عند الإنصهار. والطور المائى يتكون عموماً من مسحوق لبن معاد التكوين ومأج وماء. ويوجد أيضاً فيتامينات وعوامل تلوين ونكهة ومستحلِبات مثل أحادى الجليسريدات والليسيثين التى تضاف إلى الطور الزيتى.

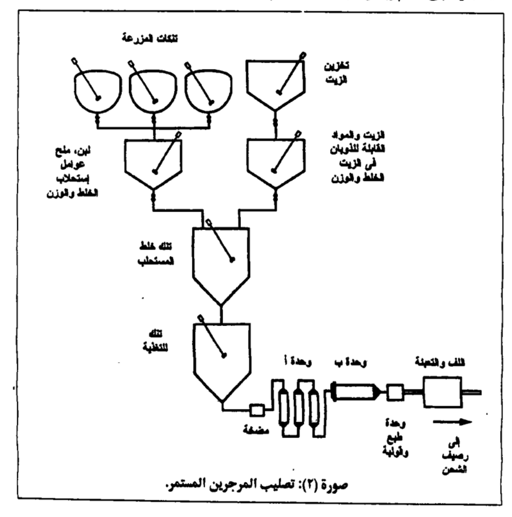
• التكوين/التركيب formulation
لضمان تكوين مستحلَب مرجرين مناسب لعملية التبلر فإن طورين يحضران: مائى وزيت قبل الخلط (الصورة ٢). وتكوين الطورين يصمم للثلاثة أنواع من المرجرين: ١– المرجرين العادى أو العصاة stick. ٢– المرجرين الطرى أو tub.

٣- المرجرين منخفض السعرات أو مرجرين الحمية diet.

والمرجرين منخفض السعرات يحتوى على نصف كمية الزيت فى المرجرينات الأخرى وهى لاتصلح للطبخ بسبب إرتفاع نسبة الماء بها ولكنها تستخدم فى البسط.

الطور المائى aqueous phase

المكون الرئيسى فى الطور المائى هو لبن فرز حلو أو ماء + مسحوق لبن فرز معاد التكوين أو حتى ماء بدون لبن إذا تطلب الأمر ذلك. ويبستر اللبن بتسخينه بسرعة إلى ٧٥°م وإذا رُغِبَ فقد يستخدم لبن مزرعة cultured milk يحول فيها جزء من اللاكتوز إلى حمض لاكتيك لإعطاء نكهة خاصة وحموضة إلى اللبن ثم يضاف الملح أو الماج إلى الطور المائى لزيادة النكهة وللعمل كمثبط للكائنات الدقيقة ولتقليل الطرطشة أثناء التحمير. ويضاف حمض سيتريك لخفض رقم جـ يد إلى ٥,٣ لتعزيز تثبيط الكائنات الدقيقة. أما حمض الإيثيلين ثنائى أمين رباعى الخليك ethylenediaminetetra acetic acid فيعمل كخالب يربط أيونات المعادن التى قد تلتقط. ويضاف أيضاً مواد نكهة ذائبة فى الماء.



صورة (٢): تصليب المرجرين المستمر.

الطور الزيتى oil phase

أساس مخزون الزيت ينشأ من زيوت خام مثل فول الصويا والنخيل والذرة وزيت بذرة القطن وعباد الشمس والسلجم الحقلى والكانولا. والزيوت تكرر والزيت المكرر المبيض يمكن أن يحور بالهدرجة لتغيير خواصه الفيزيقية مثل خواص الإنصهار والثبات. ويمكن إجراء تغيرات فى الخواص الفيزيقية بخلط زيوت مختلفة وبالأسترة المتبادلة.

والتغيرات فى الخواص الفيزيقية أو الصلابة للزيت يمكن أن تقاس بنقاط الإنصهار أو قياس التمدد dilatometry أو الرنين المغناطيسى النووى nuclear magnetic resonance. وقياس التمدد dilatometry مبنى على الفرق فى الحجم النوعى للدهن السائل والصلب على درجات حرارة خاصة. ومنحنيات قياس التمدد dilatometry قد تُوَقَع لدليل الدهن الصلب (د.د.ص SFI) ضد درجة حرارة التقدير. ورنين المغناطيس النووى يعطى توجهاً مختلفاً لتقدير المواد الصلبة فى الدهون ومخاليطها والنتائج تُحَدَد بمصطلحات المواد الصلبة وتستخدم لإعطاء تقنية بسيطة نسبياً لتقدير دلائل الدهن الصلب والتى نتائجها إلى حد ما مقارنة لطريقة قياس التمدد dilatometry.

ومعظم الزيوت النباتية هى أساساً سائلة عند درجة حرارة الغرفة ولذا تلعب الهدرجة دوراً رئيسياً فى تحضير أساس مخزون الزيت ذو منحنيات دليل الدهن الصلب (د.د.ص SFI) المختلفة. والتقنيات الأخرى مثل التجزئة والأسترة المتبادلة والأسترة المباشرة والعشوائية القرينة co-randomization تستخدم عادة فى مواقف معينة تتصل بإتاحة الزيت وفى منتجات تتطلب خواصاً ذات إنصهار خاص مثل مرجرين الخبيز.

والزيوت غير المشبعة السائلة لها عدد كبير نسبياً من الروابط المزدوجة وتنصهر على درجات حرارة منخفضة وهى أكثر عدم ثبات ومعرضة للتغير مع الزمن بالنسبة للرائحة والنكهة. ومعاملة الزيت فى محولات الهدرجة مع حافز نيكل على درجة حرارة عالية مع التقليب الشديد ووجود فقاقيع أيدروجين صغيرة يُدْخِل الأيدروجين فى الروابط المزدوجة. ويحتاج الأمر إلى ٠,٠١٪ حافز ودرجة حرارة ٢٠٠°م. وتقاس نقطة الإنصهار بالرفراكتومتر وتحدد بالضبط بواسطة التمددية dilatometry أو الرنين المغناطيسى النووى. وعند الوصول إلى نقاط النهاية يبرد الزيت ويرشح بعناية لإزالة أى آثار من الحافز.

ويمكن تغيير ظروف الهدرجة من درجة حرارة إلى ضغط إلى التقليب إلى نوع الحافز وتركيزه للحصول على منحنيات دليل الدهن الصلب (د.د.ص SFI). فمثلاً ظروف الهدرجة الإنتقائية selective hydrogenation بإستخدام درجة حرارة عالية وضغط أقل تُسْتَخْدَم لتشجيع تكوين أحماض دهنية ترانس مع أقل مايمكن من إنخفاض فى قيمة الرقم اليودى لإعطاء منحنيات مواد صلبة عميقة. وإذا خيف من أحماض الترانس فى التغذية فيمكن إستخدام تقنيات أخرى مثل التفاعلات الإنزيمية للحصول على منحنيات إنصهار عميقة مع محتوى أحماض دهنية ترانس منخفض.

ويجب ألا تنصهر المرجرين تماماً على درجة حرارة الجسم (٣٧°م) وأن تُعطِي بسطاً ناعماً وسهلاً على درجة حرارة المبرد/الثلاجة وهذا يحدث بتكوين أحماض دهنية ترانس في الهدرجة والتي تبتديء في الإنصهار عندما تُرْفَع درجة الحرارة أعلا من ٢٥°م. أما دهون التنعيم فتُكَوَن لإعطاء منحنيات إنصهار مُسَطَحَة مع تغير قليل جداً في محتوى المواد الصلبة من درجة حرارة الغرفة إلى درجات حرارة أعلا كثيراً من درجة حرارة الجسم.

وبالإضافة إلى منحنى محتوى المواد الصلبة فإن عاملاً ثانياً هاماً في مخاليط زيوت المرجرين هو محتوى حمض البالمتيك (ك١٦:صفر) والذى له تأثير كبير على ثبات البلورات في المرجرين النهائي. فمخاليط الزيوت ذات محتوى حمض البالمتيك غير الكافي تميل إلى أن تعود من حالة بلورات \β إلى حالة بلورات β غير المرغوبة أثناء التخزين. وبلورات \β تنتج مرجرينات ودهون تنعيم ذات قوام موحد بسبب البلورات ذات الحجم الصغير (من ١-٣ ميكرومتر) بينما بلورات β أكبر من ٢٠ ميكرومتر وتعطى قواماً محبباً وقصفية للمرجرين ودهن التنعيم. والزيوت والدهون التي تميل إلى تكوين بلورات β هي الكانولا وزبدة الكاكاو وجوز الهند والذرة والخنزير والزيت وحبوب النخيل والسوداني والقرطم والسمسم وفول الصويا وعباد الشمس. أما أنواع الزيوت التي تعطى بلورات \β فهي زيت بذرة القطن والرنجة ودهن اللبن والخنزير المعدل والنخيل وزيت السلجم الحقلي ودهن الماشية. ومن العادى خلط ٥ - ١٥٪ زيت بذرة قطن أو نخيل في مخاليط زيت المرجرين لتقليل كافة الإحتمالات لتحويل البلورات إلى أشكال β. ومثبط البلورات مثل ثلاثي استيارات السوربيتان sorbitan tristearate يمكن أن يضيف ضمان ثبات البلورات بكفاءة أكثر عن الجليسريدات الثنائية.

ومخاليط زيت المرجرين النهائية تُكَوَن بعناية لإنتاج منحنى إنصهار المواد الصلبة المرغوب. فمثلاً المحتويات الصلبة لمرجرين العصاة هي تقريباً ٢٧٪ عند ١٠°م ، ١٤,٢٪ عند ٢١,١°م و ٢,٥٪ عند ٣٣,٣°م. أما المرجرين الطرى أو الحوض tub مع تحسين في خواصه البسطية فهي تقريباً ١٣٪ (د.د.ص SFI) عند ١٠°م ، ٧٪ عند ٢١,١°م ، ٢,٣٪ عند ٣٣,٣°م. وهذا يعطى مواداً صلبة كفاية عند ١٠°م للمرجرين العصاة ليسمح باللف في ورق بارشمنت أثناء التعبئة وبسطية مرضية عند كل من درجة حرارة الغرفة وخارجة من الثلاجة بجانب "الهروب getaway" في الفم. ثم تزال رائحة مخلوط زيت المرجرين على حوالى ٢٥٠°م تحت فراغ من ٦ مم زئبق لمدة ٤٠ ق لإزالة مكونات الرائحة واللون قبل إستخدامها في طور الزيت في المرجرين.

ويصنع طور الزيت مستقلاً عن الطور المائي فتضخ كمية كافية من الزيت إلى تنك الخليط لضمان أن الناتج النهائي يكون به محتوى زيت حوالى ٨٠٪ في المرجرين أو ٤٠٪ للمرجرين منخفضة السعرات. ويضاف ٠,٢٪ تقريباً ليسيثين إلى الزيت كمستحلب وكمضاد للطرطشة أثناء التحمير. كما يضاف لون غذائي ونكهة زبدة قابلة للذوبان في الدهن

(٠,٠٥٪ من كلٍ) وكذلك فيتامينى أ، د. وإطلاق رائحة المرجرين يمكن أن يحقق بإحكام ...htness ... مستحلَب النهائى زيت/ماء. والمستحلب ... محكمة تقلل من تأثير النكهة إذا قورنت بالمستحلبات المفككة loose. وعلى ذلك فخلط الأطوار والتبلر يجب ضبطها بعناية لضمان خواص إطلاق رائحة موحد.

التبلر crystallization

قبل تعبئة المرجرين مباشرة فإن أطوار السائل والزيت تخلط معاً بنسبة ١ : ٤ مع التقليب اللطيف ويحتفظ بها على درجة حرارة حوالى ٤٠°م. وتختار درجة الحرارة لتطوير مستحلَب ثابت ولمنع أى تبلر مبكر precrystallization والذى يحدث عند درجة حرارة أقل من ٣٧°م. والمستحلَب المناسب يكون به نقيطات الطور المائى مشتتة بدقة فى طور الزيت ولكنها تكون مفككة بكفاية للمستحلَب لأن يتكسر بسهولة عند الإنصهار. ومستحلَبات المرجرين تصنع إماً بالدفعة أو مستمراً. ويحتوى نظام الدفعة على تنك خلط مقلب ذى درجة حرارة مضبوطة لتقبل طورى الماء والزيت. وبعد خلط الدفعة لتكوين مستحلَب ثابت عند درجة الحرارة المطلوبة فالمستحلَب يضخ بعد ذلك إلى مبادل حرارى ذى سطح مكشوط scraped surface للتبريد الزائد supercooling.

وفى مكان تنك الخلط فإن النظام المستمر يستخدم مضخة تَنَاسُب ذات ثلاثة رؤوس لقياس وخلط طور الزيت بإستمرار مع طور الماء فى نفس الوقت بالنسب المناسبة إلى تنك إحتفاظ مقلب ومضبوط درجة الحرارة ثم مبادل حرارى ذى سطح مكشوط.

وفى صناعة المرجرين يستخدم المبادل الحرارى ذى السطح المكشوط scraped-surface heat exchanger كمكنة تبريد مقفولة والتى تحث على تبلر جزئى للدهن فى مستحلب المرجرين ويتم ذلك فى صلب غير قابل للصدأ فى إسطوانات مبردة من الخارج خلالها يضخ الدهن بإستمرار. والإسطوانات مجهزة بأنصال كاشطة سريعة الدوران والتى تعمل على الدهن لتحقيق إنتقال حرارة مستوٍ ومتكافىء إلى الكتلة كلها فى أنابيب تبادل الحرارة. ويمكن عند اللزوم إستخدام هذه العملية لإضافة هواء أو غاز للمرجرين لإنتاج مرجرين مخفوق.

والغرض من العملية هو تكوين زبدة بلورات β^1 خلال المرجرين لضمان تقدمها إلى شكل البلورات السائدة فى الناتج النهائى. فيكون للمرجرين قوام ناعم فى الفم على اللسان وبسطية ناعمة على الخبز. وللإنتاج طويل المدى الموحد فيجب ملاحظة حدية sharpness الأنصال والظروف الناعمة لإسطوانات التبريد. فالتنك votator يجب أن يخفض بسرعة درجة حرارة المستحلب الداخل من ٤٠°م إلى ٧°م. والتنك votator وقد يسمى أيضاً وحدة أ A unit مصمم للمبردات ذات التمدد المباشر مثل الأمونيا والفريون والبروبان ونسبة كبيرة من السائل تتبخر بالإتصال بأنبوبة إنتقال الحرارة، وسرعة الغاز تحمل نسبة عالية نسبياً من الأمونيا السائلة مرة أخرى إلى سقوط التمور (جيشان ساقط surge drop) وبذا تضمن فيضاناً

كاملاً لسطح إنتقال الحرارة فى كل الأوقات. وبذا يتحقق تأثير مبرد موحد ثابت للمرجرين المارة خلال إسطوانة التبريد.

والمستحلَب يتم الشغل عليه خلال إسطوانات التبريد على فترة حوالى ١٨ ثانية. والمنتج فوق المبرد يترك وحدة أ ويضخ إلى إسطوانة وحدة ب B unit وهذه أصغر كثيراً فى القطر وأطول من وحدة ب المستخدمة مع دهون التنعيم. فوحدة ب المرجرين لاتقلب بحيث أن التصلب لمستحلَب المرجرين فوق المبرد يأخذ مكانه تحت ظروف ساكنة تقريباً static. وإذا أريد للمرجرين المخفوق فهواء أو أفضل غاز خامل مثل النتروجين يمكن أن يسحب إلى المستحلَب عند مدخل المص من مضخة المنتج فى كميات معينة منظمة بواسطة مقاييس إنسياب عند تغذيتها لوحدة التبريد.

وتحديد وقت الشغل المعطى للمنتج فى وحدة ب (١) يعطى منتجاً غير طرى جداً لإمكان مناولته آلياً للطبع، واللف (٢) يمنع الوسط المائى من التشتت فى حالة دقيقة جداً من المعلق، (٣) يحث على نمو بذور بلورات $\beta^{\backslash}$ من الكتلة فوق المبردة. والتقليب فى وحدة ب يتطلب طول مدة المكث long dwell period للمنتج ليصبح متماسكاً بكفاية للتعبئة. بجانب أن المستحلب المحكم الناتج وتركيب البلورات غير الصحيح يعطل إنصهار المنتج فى الفم مما ينتج تعبيرا شمعيا مع المستخدم. والمستحلبات المحكمة تفشل أيضا فى إنتاج نكهات اللبن والملح المرغوبة قبل بلع المنتج وتساهم فى القصافة والتصلب واللذان ينعكسان فى نقص البسطية عند درجات حرارة المبرد. وبينما المنتج فى وحدة ب ترتفع درجة حرارته ٥°م تقريبا أساسا نتيجة الحرارة الكامنة للتبلر. والكتلة فوق المبردة تتصلب أثناء دفعها ببطء خلال وحدة ب بالضغط من مضخة التغذية.

وبعد ترك وحدة ب فمنتج المرجرين العصاه النهائى يبثق بشكل مستقيم ويشكل ويلف. ومع مرجرينات الطبع يستخدم إرتباط مابين ورق بارشمنت النباتى ورقائق الألومنيوم كثيرا لعمل منتج مطبوع نهائى. والمرجرين الطرى يعبأ فى أحواض tubs تصنع عادة من عديد كلوريد الفينايل. والمنتج المملوء يعبأ آليا ويرسل إلى غرف التهيئة tempering room. والمرجرين المعبأ يجب تخزينه على ٥ - ١٠°م لمدة ٤٨ ساعة قبل الشحن وهذا يضمن أن بلورات $\beta^{\backslash}$ المرغوبة عندها الوقت الكافى لتتزايد وتصل إلى حالة ثبات .

ضمان الجودة quality assurance

أثناء الإنتاج من المهم عمل توحيد مستمر لظروف المعاملة والمنتج النهائى. والأول يشمل درجة حرارة الخروج من وحدة أ وتقدير المنتج يعمل عادة بفاحصى الجودة وغيرهم. فتؤخذ عينات كل ١٥ - ٣٠ق وتفحص للوزن والحدود لكل نوع منتج. وتزال مواد التعبئة ويقدر المظهر الخارجى. والمطبوعات prints يعمل شرائح منها فى مكانين أو ثلاثة للفحص الداخلى. ويعمل مخروط من قلب مركز منتجات الوعاء tub. ويلاحظ وجود أى زيادة أو تَخَضْخُض sloshing أو إلتصاق المنتج بالغطاء أو ورق اللف والقوام المحبب وتغير اللون وإنفصال

الزيت واللمعان الكامد .... الخ. ثم يفحص القوام الداخلي لأي إنفصال زيت أو ماء أو تحبب أو قوام جبني أو ثغرى. ويفحص لوجود خواص جودة غير مرغوبة مثل نقص في النكهة أو أن الزيت مؤكسد أو متزنخ أو غير معامل جيداً أو حمضى أو لَدِن أو فاكهى أو صناعى أو مخزن aged. ويمكن إستخدام مقياس من ١٠٠ ويعطى منها ١٠ نقاط للتعبئة، ٣٠ للقوام الخارجي والداخلي والنكهة ثم تطرح من ١٠٠. ودرجة أقل من ٧٠ تبين أن المنتج يجب حفظه للتقدير والتصرف بعد ذلك.

التكوين composition

ينص دستور الأغذية الدولي بالنسبة للمرجرين في أقسامه ٣، ٤ على مايأتي:

٣-١: المواد الخام (١) دهون مأكلة و/أو زيوت أو مخاليط منها سواء عرضت لعملية تحوير أم لا (٢) ماء أو لبن و/أو منتجات لبنية.

٣-٢: أقل مايمكن من الدهن ٨٪ وزن/وزن من المنتج.

٣-٣: أقصى محتوى ماء ١٦٪ وزن/وزن من المنتج.

٣-٤: إضافات: يمكن إضافة المواد الآتية للمرجرين: (١) فيتامينات - فيتامين أ وأستراته، فيتامين د، فيتامين ئى/هـ وأستراته وفيتامينات أخرى (أقصى وأقل مستويات يجب النص عليها في القوانين المحلية نظراً لإحتياجات كل دولة بما فيها - كلما كان مناسباً - منع إستخدام فيتامينات معينة) (٢) كلوريد الصوديوم (٣) سكريات (٤) بروتينات مأكلة مناسبة.

٤-١: الألوان (١) β-كاروتين (٢) أناتو (مؤقتاً) (٣) كركومين (مؤقتاً) (٤) كانتازانثين (٥) β-أبو-٨'- كاروتينال (٦) استرات الميثيل والإيثيل لحمض الأبو-٨'- كاروتينويك. وأحسن تصنيع يحدده ممارسة التصنيع الجيد (م.ص.ج GMP) good manufacturing practice.

٤-٢: النكهات: النكهات الطبيعية ومكافئاتها المماثلة فيما عدا تلك المعروفة بأنها تمثل سماً خطر والنكهات الأخرى المختلفة الموافق عليها بواسطة لجنة الدستور الدولي يسمح بها بغرض إعادة النكهات الطبيعية المفقودة في المعاملة أو بغرض معايرة النكهة طالما أن النكهة المضافة لاتخدع أو تقود المستهلك إلى إخفاء ضرر أو نقص أو يجعل المنتج يظهر أنه أعلا من القيمة الحقيقية (مؤقتاً). والكميات غير محددة.

٤-٣: المستحلبات: (١) أحادى وثنائى الجليسريدات للأحماض الدهنية (٢) أحادى وثنائى جليسريدات الأحماض الدهنية المؤسترة مع الأحماض الدهنية الخليك وأسيتيل طرطريك وسيتريك ولاكتيك وأملاحها من الصوديوم والكالسيوم (١٠ جم/كجم حد أقصى) (٣) الليسيثينات ومكونات الليسيثين التجارية. (٤) استرات عديد الجليسرول للأحماض الدهنية (٥جم/كجم حد أقصى) (٥) ١، ٢ استرات عديد البروبيلين + جليكول للأحماض الدهنية (٢٠ جم/كجم حد أقصى) (٦) استرات الأحماض

الدهنية مع عديد الكحولات غير أحادى بالميتات سوربيتان-جليسرول، وأحادى استيارات السوربيتان وثلاثى استيارات السوربيتان (١٠ جم/كجم حد أقصى) (٧) استرات السكروز للأحماض الدهنية (بما فيها سكر وجليسريدات مؤقتاً) (١٠ جم/كجم حد أقصى).

٤-٤: مواد حافظة : أحماض السوربيك والبنزويك واستراتها للصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وأقصى حد مسموح به هو ١٠٠٠ مجم/كجم لكل واحد أو لإرتباطات بينها معبراً عنها كأحماض.

٤-٥: مضادات الأكسدة (١) جالات البروبيل واليوديسيل والأوكتيل (مؤقتاً) (٢) أيدروكسى-توليوين البيوتيلى (مؤقتاً) وأيدروكسى انيسول البيوتيلى (مؤقتاً) (٣) توكوفيرولات طبيعية أو مخلقة بكميات غير محددة (٤) بالميتات الأسكوربيل (٥) استيارات الأسكوربيل. وأقصى حد لـ (١) ، (٢) هو ١٠٠ مجم/كجم لكل واحد أو لإرتباطات و (٤) ، (٥) محدودة بـ ٢٠٠ مجم /كجم لكل واحد أو لإرتباطات بينها.

٤-٦: مؤازرات مضادات الأكسدة: مخلوط سرات مشابه البروبيل (١٠٠ مجم/كجم).

٤-٧: مضافات أخرى: (١) حمضا السيتريك واللاكتيك وأملاحهما للصوديوم والبوتاسيوم (م.ص.ج)، (٢) ل-حمض طرطريك وأملاحه للصوديوم والبوتاسيوم (م.ص.ج)، (٣) كربونات الصوديوم الأيدروجينية وكربونات الصوديوم وأيدروكسيد الصوديوم (م.ص.ج).

المكون الدهنى lipid component

الأحماض الدهنية القصيرة وعدم التشبع فى مخاليط الجليسريدات الثلاثية يشجع السيولة. وعدم التشبع له التأثير الأكبر بشرط أن الروابط المزدوجة تكون فى الوضع الطبيعى أو شكل السيس *cis*-form. والهيئة الهندسية تسبب أن سلسلة الحمض الدهنى تعود مرة أخرى على نفسها مما ينتج عنه إنثناء لايشجع على إرتباطات ثانوية مع الجزيئات المجاورة والذى يؤدى إلى التصلب hardening. وبعض ظروف المعاملة مثل الهدرجة تحول المشابهات السيس الطبيعية إلى مشابهات ترانس ذات السلسلة الأكثر إستقامة.
والجدول (١) يعطى تكوين بعض المرجرينات الكندية (جم/١٠٠جم من الاستر الميثيلى).

التصلب hardening

إن الطلب على دهون المائدة مع خواص بسطية والذى يميز المرجرين كان لايمكن مقابلته بدون تقنية تحويل الزيت السائل إلى منتج شبه صلب والعمليتان التجاريتان المستخدمتان لتحقيق صلابة الزيت هما الهدرجة والأسترة المتبادلة.
وعملية الهدرجة تضيف أيدروجينا عند الروابط المزدوجة للأحماض الدهنية غير المشبعة تحت ظروف من درجة حرارة عالية وضغط عال فى وجود حافز مناسب عادة نيكل. وهى تزيد من محتوى الأيدروجين فى الأحماض الدهنية غير المشبعة فى الجليسريدات الثلاثية فهى قد تعمل على نقل موقع الروابط المزدوجة على طول سلسلة الحامض الدهنى و/أو تغير فى هندستها. ولما كانت

المشابهات الترانس للأحماض الدهنية غير المشبعة هى أكثر شبها لمقابلاتها المشبعة فى الخواص الفيزيقية فهى تفسر جوهرياً الصلابة الناتجة they account substantially for the hardening which occurs. والهدرجة عملية مرنة وقد تكون إنتقائية بدرجة أو أخرى فى تأثيراتها. وباستخدام درجات حرارة أعلا مع ضغوط أكثر إنخفاضاً (مثلاً ٢٠٠°م ، ٦ رطل على البوصة المربعة psig) فإن عديدات عدم التشبع تهدرج إنتقائياً selectively قبل أحاديات عدم التشبع ولكن فى نفس الوقت يتم تشجيع التشابه. وبالعكس فإن هدرجة أكثر عشوائية تحدث تحت ظروف غير إنتقائية والتى تستخدم درجات حرارة أكثر إنخفاضاً وضغوطاً أكثر إرتفاعاً (مثل ١٣٥°م ، ٦٠ رطل على البوصة المربعة psig) مما ينتج عنه مُشبَعَات أكثر ومشابهات ترانس أقل.

ومقارنة بيروفيلات الأحماض الدهنية فى الجدول (١) لمرجرين الطبع print مع تلك الأشكال للحوض tub من زيوت متشابهة بين تأثير المُشبَعَات وكل ترانس غير المُشبَعَات على تماسك firmness بسط المائدة. وشكل طبع print فول الصويا أعلا فى كليهما. ولكن فى إزواج الكانولا والذرة فإن محتوى المُشبَعَات متشابه فى الطبع print وفى الحوض tub بحيث أن التماسك الأكثر فى مرجرين الطبع print يجب أن يرجع إلى محتواه الأعلا فى عدم المُشبَعَات ترانس.

وبسبب هيئتها الجديدة فإن عدم المُشبَعَات ترانس لايتوقع منها أن يكون لها الميزات البيولوجية الفريدة لأصلها من شكل السيس. ولهذا السبب فإن التغذويين يناقشون أن رواشم المرجرين يجب أن تذكر محتوى الأحماض الدهنية المشبعة + الأحماض الدهنية الترانس كمختلفة عن مجموع عدم المُشبَعَات السيس. والتأثير البيولوجى للأحماض الدهنية الترانس غير مؤكد. وقد أوصى بعض الكنديين سنة ١٩٨٠ أن مستوى ك١٨:٢ ت ت $C_{18\ 2tt}$ فى دهون التنعيم والمرجرين يجب ألا يزيد على ١٪. ووجدوا أن وجود مشابهات ك١٨:٣ ت $C_{18\ 3t}$ نادر وإن وجدت فى المرجرينات الكندية وعُرِفَت فى مواد البسط ذات الطاقة المنخفضة فى فرنسا.

والتصلب بالأسترة المتبادلة عادة يشتمل على ربط دهون مشبعة جداً وزيوت غير مشبعة وزيوت غير مشبعة مع سلف حافز مثل ميتوكسيد الصوديوم، معادن قلوية أو الكيلات معادن الكايل (حوالى ٠,١٪) على درجات حرارة تتراوح مابين ٥ إلى ١٣٥°م. والتصلب يتوقف على تركيز المُشبَعَات لأن تشابه الترانس لغير المُشبَعَات لايحدث تحت ظروف المعاملة الخفيفة نسبياً. وهذا مبين فى الجدول (١) بغياب الأحماض الدهنية الترانس من مرجرين الحوض tub المؤسس على زيت عباد الشمس وقد كان ناتجاً عن الأسترة المتبادلة. والمرجرينات المصنوعة بهذه العملية لها ميزة أخرى وهى كونها ثابتة البلورات . وظروف الأسترة المتبادلة تسبب أن الأحماض الدهنية تغير أماكنها داخل وبين الجليسريدات الثلاثية ونتيجة لإعادة الترتيبات هذه فإن جليسريدات ثلاثية جديدة وأكثر عشوائية تتكون . وهذه أقل ميلاً لأن يحدث لها درجة من "تعبئة"

الجليسريدات الثلاثية التي تؤدي إلى تكوين بلورات كبيرة. وبالتالي فإن الأسترة المتبادلة تشجع تكون بلورات β' الدقيقة الثابتة والتي هي مرغوبة لنعومة المرجرين.

جدول (١): تكوين بعض المرجرينات الكندية (جم/١٠٠جم من الاستر الميثيلي).

شكل السوق / مصدر الزيت [أ]	احماض دهنية مشبعة			احماض دهنية غير مشبعة					ترتيب كل ترانس احماض دهنية			
	ك١٦:صفر	ك١٨:صفر	غيرها [ج]	احماض ترانس كلية [ب]	ك١٨:١ [ج]	ك١٨:٢ سس	ك١٨:٣ ن-٣	غيرها	ك١٨:١ت	ك١٨:٢ت	ك١٨:٢ت ت	ك١٨:٣ت
الشكل المطبوع print												
فول صويا/نخيل	٢٣,٩	٦,٧	٠,٧	٣٦,٠	٢٢,٨	٨,٠	٠,٤	٠,٣	٢٨,٨	٧,٦	٠,٣	٠,٤
كانولا/نخيل	٨,٧	٨,٧	١,٣	٣٥,٦	٤٠,٧	٣,٧	٠,٩	٠,٢	٣٢,٣	٢,٥	٠,٦	٠,٢
ذرة	١١.٠	٥,٠	-	٢٨,٢	٢٤,٧	٣٠,٠	٠,٦	-	٣٦,٤	١,٧	٠,٣	-
نباتي/زبدة	١٧,٤	١٠,٧	١٣,٢	٢٠,٩	٣٣,٩	٢,٣	٠,٧	٠,٧	١٧,٨	٢,٠	٠,٦	٠,٤
شكل الحوض tub form												
فول صويا	٩,٥	٧,٢	٠,١	١٨,٩	٣٤,٩	٢٤,٣	٥,١	-	١٧,٦	٠,٢	٠,٢	٠,٩
كانولا/نخيل	١٠,٢	٥,٣	٠,٢	١٩,٥	٤٤,٧	١٤,٨	٥,٣	آثار	١٨,١	٠,٤	٠,٢	٠,٨
ذرة	١١,٢	٥,٦	آثار	١٤.٩	٢٣,٩	٤٣,٣	٠,٧	-	١٣,٥	١,٧	-	-
عباد الشمس	١٤,٧	٤,٣	٨,٢	-	١٨,٣	٥٤,٥	آثار	-	-	-	-	-

أ- من البيانات على الروشم ونموذج الأحماض الدهنية.

ب- عدم التشبع مقدراً بالمطياف تحت الأحمر.

ج- كل الأحماض الدهنية الصغرى غير المشبعة (ك١٦:١، ك٢٠:١، ك٢٢:١، ك١٨:٢ مشابه سيس، سيس غير ن-٦).

إختصارات الأحماض الدهنية: ك١٦:صفر: حمض بالميتيك؛ ك١٨:صفر: حمض استياريك؛ ك١٨:١: حمض سيس-حمض اكتادي‌سينويك [د] (اوليك)؛ ك١٨:٢ سس: حمض سيس-٩، سيس-١٢-اكتاديكا ثنائي الاينويك (لينولييك)؛ ك١٨:٣ ن-٣: حمض سيس-٩، سيس-١٢، سيس-١٥-اكتاديكا ثلاثي اينويك (لينولينيك)؛ ك١٨:٢ت: حمض ترانس، سيس أو سيس ترانس-اكتاديكا ثنائي الاينويك [د]؛ ك١٨:٢ت ت: حمض ترانس، ترانس-اكتاديكا ثنائي الاينويك [د]؛ ك١٨:٣ت: حمض احادي-ترانس-اكتاديكا ثلاثي الاينويك مع مشابهات هندسية ثلاث عرفت مؤقتاً.

د: كل المشابهات الموقعة الممكنة. وفي عديد عدم التشبع فإن الأحماض الدهنية المتقارنة غير مذكورة.

التقوية بالفيتامينات vitamin fortification

إضافة فيتامين أ يتطلبه القانون في الولايات المتحدة وكندا فلايقل عن ١٥٠٠٠ وحدة دولية لكل رطل، ٣٣٠٠ وحدة دولية لكل ١٠٠جم بالتتابع.

وفي كندا يجب إضافة فيتامين د للمرجرين بمستوى لايقل عن ٥٣٠ وحدة دولية/١٠٠جم بينما هو متروك إختياريا في الولايات المتحدة ولكن بمستويات لاتقل عن ١٥٠٠ وحدة دولية في الرطل.

وفيتامين هـ (ئي) مسموح بإضافته في كندا وإن أضيف بكمية لاتقل عن ٠,٦ وحدة دولية من α-توكوفيرول/جم من حمض اللينولييك الموجود، والتقوية بفيتامين ئي/هـ لايسمح به في الولايات المتحدة ولكن التوكوفيرولات يمكن إضافتها كمضادات للأكسدة. والجدول (٢) يبين محتوى مشابهات التوكوفيرول في بعض المرجرين في الولايات المتحدة (١٩٨٥) وقد يلاحظ أن نسبة مكافئات الـ α-توكوفيرول إلى ك١٨:٢ω6-١ $C_{18\ 2\omega-6}$ أكثر إنخفاضاً في مرجرينات الحوض tub عن أشكال العصاة نظراً لإحتواء الأولى على حمض لينولييك أعلا.

دور المستحلبات role of emulsifiers

المستحلبات المختلفة أو عوامل النشاط السطحي المسموح بها في المرجرينات مهمة في التكوين الأصلي للمستحلَب وفي ضمان الثبات. ولأنها تحتوى جزيئات نشطة سطحياً وتحتوى مجموعات محبة للدهن ومحبة للماء فهي تجذب كلاً من الطورين الدهني والمائي لمخلوط المستحلَب وتخفض التوتر البيسطحي في كل منهما. وإن كان توازن النشاط السطحي في مستحلَب المرجرين الجيد في صالح الدهن بحيث أن نقيطات الماء الصغيرة تتكون داخل طور الزيت المستمر. وبسبب وجودها عند البيسطح ماء/زيت فإن المستحلِب يثبت تشتت ماء في زيت. وبعض المستحلِبات خاصة أسترات السوربيتان تعرف بأنها محورات للبلورات لأنها تستطيع تأخير تحول بلورات β[1] الصغيرة إلى بلورات β الكبيرة بالتدخل مع "تعبئة/رَزْم packing" الجليسريدات الثلاثية.

جدول (٢): التوكوفيرولات وحمض اللينولييك في مرجرينات الولايات المتحدة.

مصدر الزيت[أ]	توكوفيرولات (مجم/١٠٠ جم)			فيتامين هـ مكافيء α-توكوفيرول	ك١٨:٢ω6-١ ب
	α	γ	δ		
مرجرينات العصاة					
ذ/ذ.هـ	١٥,٢	٤٩,٧	٠,٥	٢٠,٢	٣٣,٨
ف.ص.هـ	٥,٤	٢٩,١	٨,٢	٨,٤	٧,٦
ف.ص.هـ/ف.ص/ز.ب.ق	٥,٨	٤٤,٠	١٣,٤	١٠,٢	٢٤,٨
مرجرينات الحوض tub					
ذ/ذ.هـ	٥,١	٤٦,٠	غ.ق[ج]	٩,٧	٤٣,٦
ف.ص.هـ	٥,٢	٣٤,١	١٠,٠	٨,٦	٣٠,٤
ف.ص.هـ/ز.ب.ق	٤,٨	٣,١	١,٨	٥,١	٢٩,٧

أ: ذ: زيت ذرة، ذ.هـ: زيت ذرة مهدرج؛ ف.ص.هـ: زيت فول صويا مهدرج؛ ف.ص: زيت فول صويا؛ ز.ب.ق: زيت بذرة قطن مهدرج.

ب: ٪ وزن المُطبّع normalized.

ج: غ.ق = غير مقدر.

طرق مراقبة الجودة

quality control procedures

يمكن الحكم على لمعان sheen المرجرين ولونها مرئياً بإستخدام مقاييس لون وباستعمال ملوان لوفيبوند Lovibond tintometer أو بإستخدام عصيان لدائن أو مطلية مرتبة فى درجات لون من فاتح إلى غامق. أو يقاس إنعكاس الضوء عند طول موجات مختلفة. والخواص الفيزيقية للتماسك والبسطية يتم تتبعها بمحتوى الدهن الصلب (ح.د.ص SFC) على درجات حرارة ١٠، ٢١,١ ، ٣٣,٣°م. وهذا يتم بإستخدام الرنين المغناطيسى النووى منخفض الثبات. ويمكن تتبع الفيتامينات والجليسريدات الثلاثية كيماويا.

أما الخواص الحسية من تحبب ومعدل إطلاق النكهة وخليط النكهة فيمكن الحكم عليها بهيئة حسية التى تم تمرينها لمعرفة خواص المرجرين وعيوبها حيث تحضير وتقديم العينات يتم ضبطه جيدا. ومقاييس مرجع يمكن أن تساعد فى معايرة أداء الهيئات. فمثلا تم تطوير مراجع للحكم على عيوب نكهات الأكسدة والحمضية فى الزبد ونكهات غير مرغوبة خَزِنَة وفاكهية فى الجبن.

(Macrae)

الأهمية الغذائية dietary importance

تعطى المرجرين مثل الزبد ٣٠٤٠ كيلو جول/٧٤٠ سعرا لكل ١٠٠ جرام. وهى مصدر جيد لفيتامينى أ، د بينما إذا لم تقوى بهذين الفيتامينين فهى تعطى كميات صغيرة جدا منهما. وهى تغنى بـ ٧٠٠ ميكروجرام ريتينول، ٨ ميكروجرام فيتامين د/ ١٠٠جم. وقد تحتوى المرجرين على كاروتين المضاف كملون وكذلك على فيتامين نى/هـ وتتوقف كميته على خليط الزيت المستخدم وكذلك تحتوى نفس كميات الملح الموجودة فى الزبد المملح.

تكوين الدهون fat composition

بالرغم من أن كمية الدهن الكلية لاتختلف فى المرجرين فإن هناك إختلافا كبيرا فى مستويات أنواع الأحماض الدهنية المختلفة من منتج إلى آخر (الجدول ٣). ويتوقف هذا على نوع الدهون والزيوت المستخدمة لإنتاجها. وأهم مكونات المرجرين هى الزيوت النباتية المهدرجة ومنها الصويا والسلجم الحقلى والنخيل ثم هناك دهن الخنزير ودهن البقر والزيوت البحرية.

جدول (٣): تكوين الأحماض الدهنية فى أنواع المرجرين المختلفة.

نوع المرجرين	أحماض دهنية (جم/١٠٠ جم)			
	مشبعة	أحادية عدم التشبع	عديدة عدم التشبع	كوليسترول (مجم/ ١٠٠ جم)
صلب، دهن حيوانى ونباتى	٣٠,٤	٣٦,٥	١٠,٨	٢٨٥
صلب، دهن نباتى	٣٥,٩	٣٣,٠	٩,٨	١٥
طرى، دهن حيوانى ونباتى	٢٦,٩	٣٧,٢	١٣,٨	٢٢٥
طرى، دهن نباتى	٢٥,٠	٣١,٠	٢١,٨	٩
عديدة عدم التشبع	١٦,٢	٢٠,٦	٤١,١	٧
مواد بسط منخفضة الدهن	١١,٢	١٧,٦	٩،٩	٦

وقيمة المرجرين الغذائية تعكس مكوناتها من الزيوت والدهون إلا أن عملية الهدرجة تدخل أحماضاً دهنية ترانس وتخفض من مستويات الأحماض الدهنية غير المشبعة.

الهدرجة hydrogenation

تنتج المرجرين كثيراً بتصليب الزيوت النباتية والبحرية بواسطة الهدرجة الإنتقائية. والمرجرينات المهدرجة ثقيلاً " صلبة" وهي كالزبد لاتنبسط بسهولة عند أخذها من الثلاجة. وكلما هدرجت المرجرين كلما إحتوت على أحماض دهنية ضرورية أقل وعلى أحماض دهنية ترانس أكثر. والهدرجة الإنتقائية تسمح بضبط نسب الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع إلى الأحماض الدهنية وحيدة عدم التشبع وتضبط تحول روابط سيس إلى ترانس.

الأحماض الدهنية الترانس
trans fatty acids

تحتوى المرجرينات على ١٠ - ٢٩٪ أحماض دهنية ترانس. والمرجرينات لها نقطة إنصهار حادة عند درجة حرارة الجسم بحيث أنها تنصهر بسرعة في الفم دون ترك أي شعور شمعي بالفم وحمض الأوليك (سيس ك١:١٨) ينصهر عند ١٦°م بينما حمض الأيليديك elaidic (ترانس ك١:١٨) ينصهر عند ٤٤°م. ووجود مشابهات الترانس يرفع من نقطة الإنصهار ومن ثبات المنتج. والخواص الطبيعية لأحماض الترانس مشابهة للأحماض المشبعة مما يجعلها جَسأة rigid بدلاً عن كونها سائلة في الأغشية. والأحماض الدهنية الترانس تمتص في الجسم وكذلك حمض الأوليك وتخزن في الأنسجة الدهنية بمستويات تتناسب مع مصادر الغذاء، كذلك الأحماض الدهنية طويلة السلسلة الأخرى، وتُنْقَل وتُؤَكْسَد للطاقة بطرق مشابهة للأحماض الدهنية طويلة السلسلة الأخرى.

وزيوت الأسماك المهدرجة جزئياً (٢٨٪ ترانس) وزيت فول الصويا (٣٦٪ ترانس) قورنت بدهن الخنزير (صفر ٪ ترانس) في خنازير أنثى غذيت ٤١٪ من الطاقة من الدهن. ولم يكن هناك أى تأثير ضار من الأحماض الدهنية الترانس على الخنازير أو مانتج عنها أثناء الحمل والرضاعة. والأحماض الدهنية الترانس لها تأثير على عدة أنظمة إنزيمية في أيض الفئران للدهن ولكن هذه التأثيرات لم تعتبر ضارة.

ومشابهات الترانس من ك٢:١٨ $C_{18\,2}$ تنقص من تخليق البروستاجلاندين وتزيد متطلبات اللينولييك لوظائف الأيكوسانويد. والأحماض الدهنية الترانس تغير من تكوين الأحماض الدهنية في ليبيدات قلب الفأر وصحيفات platelets الإنسان. والتغير في الصحيفات شمل إحلال محل حمض الأراكيدونيك (ك٤:٢٠ $C_{20\,4}$) بأحماض دهنية ترانس وخَفَضَ من نشاط الأكسجيناز الحلقي cyclooxygenase. وهذه التأثيرات قد لاتكون بدون نتائج ضارة، فهي على الأقل تُزِيد من متطلبات الأحماض الدهنية الضرورية (ك٢:١٨). فالتعويض بعشرة في المائة من حمض الأولييك (سيس ١:١٨) بحمض الايليديك elaidic (ترانس ١:١٨) تسبب في زيادة كوليسترول الليبوبروتين منخفض الكثافة ونقص الكوليسترول

عـالى الكثافـة فـى الرجـال. وهـذا يـدل علـى أن الأحمـاض الدهنيـة الـترانس مضـرة بنفـس طريقـة الأحماض الدهنية المشبعة.

دور المرجرين فى الغذاء
role of margarine in diet

المرجرين بديل رخيص للزبد للبسط علـى الخبز وفى الطبيخ. وقد تم إنتاج مرجرينات ومواد بسط لتحـل مـع الزبـد الـذى هـو مرتفـع فـى الدهــون المشبعة وهذه تشمل مرجرينات مصنوعـة من زيـوت عالية فـى الأحمـاض الدهنية عديدة عـدم التشبـع (حمـض اللينوليـيـك) مثـل زيـوت عبـاد الشـمس والصويا لإنتاج مرجرينات عالية فى الدهـون عديدة عدم التشبع. وزيت الزيتون ينتج مرجرين عالٍ فى الدهـن وحيـد عـدم التشبـع (حمـض الأولييـك). وهذه المرجرينات تميل إلى أن تكون غالية أكثر عن المرجرينات المصنوعة مـن زيـوت أرخص. وقد تم عمل مـواد بسط منخفضـة الدهـن ولكـن هـذه لايمكن تسميتها مرجرين لأنها تحتوى ماءاً أكثر ممـا يسمح به فى المرجرين.

(Macrae)

الإعتلال المخى/الدماغى الإسفنجى
spongiform encephalopathy

لوحظـت أعـراض هـذا المـرض فـى البدايـة فـى إنجلترا عام ١٩٨٥ فى قطيع من أبقار الألبان وأطلق عليه مرض جنـون البقر mad cow disease حيـث كـانت الأبقـار تفقـد القـدرة علـى تحريـك أطرافها الأربعة بطريقة متناسقة تدفعها للأمام ممـا يضطر الحيـوان إلى الـدوران حـول نفسه أو الإتيان بحركات عشوائية قوية مـن قفـز وإصطـدام بالحائط أو بالحيوانـات الأخـرى ممـا يلحـق الضـرر بـه وبغيـــره من الحيوانات. وقد عرف بعد ذلـك أن أنسجة المخ تتحول إلى نسيج أسفنجى فـى بؤرات متفرقة منه.

وكان المعتقد أن هذا المـرض لاينتقل إلى الأنـواع الأخرى من الحيوانات الثديية ولكن ظهر بعد ذلـك ببضعة شهور بإنجلترا أن نفقت أحد القطـط المنزلية بما يشبه هذا المرض، وكـانت القطة تتغذى على علائق تحتوى على مخلفات مجـازر الأبقـار. كمـا ظـهرت حـالات مماثلـة بـين حيوانـات حدائـق الحيوان بإنجلـترا. وهنـا دق نـاقوس الخطـر علـى حياة الإنسـان وإحتمـال إنتقال المرض من الأبقار إلى الإنسان عن طريق تناول لحوم الأبقار المريضة، خاصة وأنه خلال هذه الفترة حدث أن توفى إثنان من المزارعين فى إنجلـترا كانا يمتلكان قطيعاً من الأبقار به بعض الحيوانات المصابة بـالمرض. وقد نشـطت منـذ ذلـك الأبحـاث والدراسـات لكشـف غموض هذا المرض.

وفـى عـام ١٩٩٧ أعلـن العـالم الأمريكـى سـتانلى بروزينر Stanley Brusiner أن العامل المسـبب للمرض هـو نـوع مـن أنـواع البروتينات فـى صـورة ضارة أطلق عليها الإسم بريون prion وقد حصل على جائزة نوبل على هذا الكشف.

وفى ضوء أبحاث هـذا العالم عرف أن العامل ليس بكتيريـا أو فيروسـاً وأنـه لايحــوى أحماضـاً نوويـة (د.ا.ر.ن DNA أو ح.ر.ن RNA) وأنــه بروتـين ذو وزن جزيئى منخفض ٣٠ كيلـو دالتـون kdal، وأنـه لايـهدم بـالطبخ أو التعليب أو التجميـد أو إضافـة

الكيماويات ولايتحلل بواسطة الإنزيمات التى تحلل الأحماض النووية أو الإنزيمات البروتيوليتية الموجودة فى القناة الهضمية ولايتأثر بالأشعة فوق البنفسجية أو الأشعة المؤينة أو التعقيم وأنه يقاوم درجة حرارة ١٣٠ °م. وإذا تناول الإنسان فى غدائه أنسجة حيوانية مصابة بهذا المرض وخاصة الأنسجة العصبية فلا تظهر الأعراض إلا بعد فترة حضانة تتراوح بين ١٠ – ١٥ سنة فى الإنسان، ٣٠ شهراً فى حالة الحيوان.

كما عرف أن البريون prion له شكلان الأول غير ضار وحلزونى الشكل يشبه البريمة وأعطاه بروزينر Brusiner إسم الشكل ألفا α-form وعندما ينفرد لأسباب غير معروفة يتحول إلى بريون ضار أسماه بروزينر الشكل بيتا β-form. وأن البريون الضار (المفرود) ينتقل إلى أجزاء مختلفة من الأنسجة بجسم الحيوان أكثرها فى الأنسجة العصبية وبخاصة المخ حيث يُحلل الخلايا المجاورة تاركاً فراغات تكون نسيجاً إسفنجياً وتظهر بذلك الأعراض. ولاتُعْرَف الجرعة اللازمة لإحداث المرض.

وفى الأبقار المريضة نجد أن أنسجة المخ والحبل الشوكى تحوى تقريباً مليار جزىء من البريون لكل ١ جم وأن الأمعاء والغدد الليمفاوية والعظام ونخاع العظام تحوى حوالى مليون جزىء فى كل ١ جم نسيج. أما أنسجة الطحال والكبد والقلب والرئتين والكلى والعين فتحوى حتى ١٠٠٠٠ جزىء فى كل ١ جم أما اللبن والدم والأنسجة العضلية فهى أقلها حيث تحوى حتى ١٠ جزىء لكل ١ جم من النسيج أو السائل.

وقد لوحظ أنه فى كل مرة ينتقل المرض من نوع إلى آخر من الحيوانات تتغير صفاته characteristics وتتغير بذلك أعراض المرض. مما يوحى بأن الأمراض التى كانت معروفة سابقاً بأعراض مختلفة ولكن تشترك كلها فى تحول بعض أنسجة المخ إلى نسيج أسفنجى فى بؤرات متناثرة هى أصلاً مرض واحد بأعراض ظاهرية مختلفة قليلاً.

فمثلاً مرض السكرابى scrapie الذى يصيب الأغنام يؤدى إلى موتها تتضمن أعراضه التشريحية النسيج الإسفنجى بالمخ. ومرض الكورو kuru الذى كان يصيب بعض أفراد قبيلة فى غينيا الجديدة New Guinea tribe التى تأكل أنسجة المخ لموتاهم فى إحتفالات كبيرة تتضمن أعراضه وجود النسيج الإسفنجى بالمخ كذلك، وعرف أن فترة الحضانة لهذا المرض ٣٠ سنة. وقد قلت الحالات المرضية لهذه القبيلة عندما توقفت هذه الممارسات منذ عام ١٩٥٦.

والمرض النادر الحدوث فى الإنسان هو مرض جيكوب Jacob disease ولو أنه منتشر فى العالم والذى يصيب واحد فى المليون كل عام ومن أهم أعراضه التشريحية هو النسيج المخى الإسفنجى. وقد توفى بسببه إثنان من المزارعين فى إنجلترا كانا يمتلكان مزرعة ألبان بها بعض الأبقار المصابة بمرض جنون البقر. مما يوحى بأن كل هذه الأمراض عبارة عن مرض واحد له أعراض ظاهرية مختلفة تختلف بإختلاف نوع الحيوان وأنه عندما ينتقل من نوع إلى آخر تتغير أعراضه الظاهرية ولكنها تشترك فى تكوين النسيج المخى

الإسفنجى. فالأغنام التى لُقِحَت بنسيج مخ الإنسان المصاب بمرض جيكوب ظهر عليها أعراض مرض السكرابى.
وقد ثبت أخيراً أن أصل مرض جنون البقر تحضير مركزات بروتينية تتكون من مخلفات المجازر المجففة والمطحونة تخلط بالعليقة الحيوانية لتغذية أبقار الأبان لتحسين إنتاج اللبن. وأن هذه المخلفات قد تضمنت فى وقت ما متنين من أجسام الأغنام النافقة بسبب مرض السكرابى. ومن هنا بدأ إنتشار مرض جنون البقر بين القطعان فى البلاد المختلفة التى إحتوت علائقها على مركزات من مخلفات حيوانية مريضة. ويبدو أن لحوم الأبقار المريضة دخلت السلسلة الغذائية فى أواخر الثمانينات فى كثير من الدول.
ويوجد إحتمال إنتقال البريون الضار إلى الإنسان ليس فقط عن طريق إستهلاك اللحوم (الألسجة العضلية) والأعصاب والألبان للحيوان المريض بل كذلك عن طريق مرق اللحم المركز والمجفف والمواد المحضرة من منتجات المجازر التى لها إستخدامات صناعية أو طبية كالجيلاتين والكولاجين (مستحضرات التجميل) والسيرم.

(محمد حسيب حافظ رجب، أستاذ بقسم علم وتقنية الغذاء - كلية الزراعة، الشاطبى - جامعة الأسكندرية)

مردقوش/موزنخوش/سيسق/عترة
(sweet) marjoram

الإسم العلمى

(الشهابـــى)	*Origarum majorana*
(أمين رويحة)	*Majorama hortensis*
الفصيلة/العائلة: الشفوية	Labiatae

بعض أوصاف
عشبة عطرية قوية مع مذاق لاذع خفيف المرارة.
والجرام الواحد يحتوى بضعة آلاف من البذور.

الإستخدام
أكثر إستخدامها مجففة وقليلاً ماتستخدم طازجة ويتبل بها السجق (المقانق) خاصة المصنوعة من الكبد وتستخدم فى تتبيل حساء القطان (بسلة، عدس) وحساء البطاطس ومع البصل والتفاح مع الخنزير ونظراً لمذاقها القوى فهى تستخدم بكميات صغيرة ومع الأعشاب الأخرى تستخدم مفرومة فى تتبيل الزبد.
وللتجفيف فهى تقطع قبل تفتح الأزهار على علو (٥ - ٧ سم) فوق سطح الأرض وتعلق فى الهواء الطلق إلى أن تجف جيداً ثم تنزع الأوراق وتحفظ فى إناء محكم. وقد تباع كمسحوق.
وهى تهدىء الأعصاب وتحسن الهضم.
(أمين رويحة والشهابى)

مرملاد marmalade

أنظر: بكتين

مريمية/اسفاقس/ناعمة
sage

أنظر: اسفاقس sage

مسخ to denature

أنظر: بروتين

إمساك constipation

لايوجد تعريف يتفق عليه للإمساك ولكن الإمساك يعنى عدم إخراج براز منتظم ولكن البعض يعتبر الشخص ممسكاً إذا لم يخرج ثلاث مرات فى الأسبوع أو أقل من ٣٠٠ جم/يوم.

أسباب الإمساك

الإمساك البسيط

هذا النوع من الإمساك يؤثر على النساء أكثر من الرجال وربما يرجع إلى :

١- الغذاء: يُتَوَقَّع الإمساك عندما يقل الغذاء أو الشراب. والبراز يتكون أساساً من ماء وألياف غير مهضومة وبكتيريا. والغذاء المحتوى على ١٠ - ٢٠ جم ألياف فإن وزن البراز يكون حوالى ١٠٠ - ١٥٠ جم. وغذاء عالٍ فى الألياف ينقص من وقت المرور فى القولون ويزيد من وزن البراز مما يؤدى إلى براز أطرى وأكبر حجماً وقد يصل إلى ٤٠٠ - ٥٠٠جم

٢- فقد العادة loss of habit: يعتمد التبرز على إنعكاس مضبوط يأتى من الإحساس بالمستقيم الممتلىء loaded rectum أى النداء للتبرز. وعند تجاهله فإن المستقيم rectum يتمدد ولايعطى الإشارة العادية للتبرز.

٣- عدم التحرك immobility: المرضى الملازمون للفراش يميلون إلى الإمساك.

كما قد يرجع الإمساك إلى أسباب أخرى مرضية أو فشلية/أيضية metabolic مثل نقص إفراز الغدة الدرقية أو زيادة السكر hyperglyceamia أو مرضى البول السكرى.

كما أنه قد يتسبب عن تأثيرات عصبية neurological أو نفسية psychological. كما أن بعض الأدوية تسبب إمساكاً مثل حبوب الحديد أو الكالسيوم أو الألومنيوم وغيرها.

معاملة الإمساك treatment of constipation

أول شىء يتبادر للذهن هو زيادة أخذ المشروبات السائلة وزيادة الأغذية المحتوية على الألياف وربما إضافة ألياف أو ردة. ففى القولون تزيد الألياف وتحتفظ بالماء وتعمل كمادة تفاعل للبكتيريا التى تتزايد وتزيد فى الحجم وبالتالى البراز الأضخم والأكبر حجماً يعطى منبهاً أحسن للقولون والمستقيم rectum كما أن البكتيريا التى تعمل على السليولوز والهيميسليولوز تطلق أحماضاً دهنية متطايرة لها تأثير منشط على القولون. كذلك فإن زيادة النشاط البدنى يساعد كثيراً.

المسهلات

قد يحتاج الأمر إلى أخذ مسهلات وهى إما:

أ- زيادة الحجم bulking agents: مثل ردة القمح والميثيلسيليولوز وهذه تزيد من حجم البراز.

ب- منعمات البراز faecal softners: وتسهل عملية إختلاط المواد الدهنية والمائية مثل سكسينات الكبريتية لثنائى أوكتيل الصوديوم dioctyl sodium sulphosuccinate.

ج- المسهلات التناضحية osmotic laxatives:
مثـل اللاكتيولـوز وكبريتـات المغنيسـيوم وتزيـد الإحتفاظ بالماء مما يزيد من حجم البراز.

د- المسهلات المنشطة stimulant laxatives:
مثـل البـيزاكوديل bisacodyl والسـينا senna والكسكارا والنينوفثالين والراوند وتعمل على زيادة حركة القولون.

ولكن إسـتخدام هذه المسهلات مـن ب إلـى د غير مرغوب لمدة طويلـة لأن التبرز قد يـؤدى إلى زيـادة الفقـد لأمـلاح البوتاسـيوم كمـا أن التحضيرات مثل اللبوس suppository أو الحقن الشرجية enema قد تفيد مع كبار السن والمرضى الملازمين للفراش.

الإمساك عن الطعام

المسلمون يمسكون عـن الطعـام قبـل الفجـر وإلى غروب الشمس عند الصيام فى رمضان وغيره.

ماش green gram/golden gram/ mung bean

الإسم العلمى *Vigna radiata* [L.] Wilezek

الفصيلة/العائلة: القرنية Leguminoseae

يصـل إلى ٣٠ - ١٢٠ سـم فـى الإرتفـاع والبـذور خضراء أو بنيـة وكروية وهو يستمـر فـى الأرض مدة قصيرة وينمو تحت ظروف شديدة معاكسة.

التكوين التغذوى

تتكون البذرة من غطاء البذرة والفلقتين والجنين بنسب ١٢,١، ٨٥,٦، ٢,٣٪ بالتتـابع والجـدول (١) يعطى تكوين البذرة.

جدول (١): التكوين الكيماوى لبذرة الماش (فى كل ١٠٠ جم).

المكون	المحتوى	المكون	المحتوى
رطوبة (جم)	١٠,٦	حديد	٧
بروتين (جم)	٢٢,٩	صوديوم	٦
دهن (جم)	١,٢	بوتاسيوم	١١٣٢
كربوايدرات (جم)	٦١,٨	فيتامينات	
ألياف خام (جم)	٤,٤	β-كاروتين (ميكروجرام)	٥٥
رماد (جم)	٣,٥	ثيامين (مجم)	٠,٥٣
طاقة (سعر)	٣٣٤	ريبوفلافين (مجم)	٠,٢٦
معادن (مجم)		نياسين (مجم)	٢,٥
كالسيوم	١٠٥	حمض اسكوربيك (مجم)	٤
فسفور	٣٣٠		

الكربوايدرات carbohydrates

الكربوايـدرات الكليـة تختلـف مـن ٦١,٨ - ٦٤,٩٪ والجدول (٢) يعطى تركيبها. ونسبة الأميلوز ٢٨,٨٪ والأميلوبكتين ٧١,٢٪ فى النشا. والألياف تتكون من سيليولوز وهيميسيليولوز ومواد بكتينية وتبلغ نسبتها ١,٢ - ٨,١٪. والسـكريات مـن عائلـة الرافينـوز (الرافينوز والاستاكيوز والفرباسكوز) تسبب إنتفاخ البطن flatulence:

البروتين protein

تـتراوح نسـبة البـروتين مـن ١٩,٥ إلى ٣٣,١٪ والجلوبيولينـات تكـون ٨٠٪ مـن كـل بروتينـات التخزين وهى الليجيومين والفيسيلين وهى ١١ س 11 S. وتتكون من ثلاث تحت وحدات لها الأوزان

الجزيئية ٣٧٠٠٠، ٣٤٠٠٠، ٢٠٠٠٠ هذا لليجيومين legumin أما الفيسيلين vicilin فمعامل الترسيب له ٨ س S 8 وبه أربع تحت وحدات لها الأوزان الجزيئيـــــة ٦٣٠٠٠، ٥٠٠٠٠، ٢٩٠٠٠، ٢٤٠٠٠ والثلاث الأخيرة متشابهة فـي تكوين الأحماض الأمينيـة. وتحـت الوحدات ٢، ٣ بـها مجموعـة كربوايـدرات متصلة بجلوكوزامـين إلى نـتروجين الأمايد amide للاسباراجين ووحدة الكربوايدرات تحتوى ٢ جلوكوزامين، ١٠ مانورز.

جدول (٢): تكوين الكربوايدرات فى الماش.

المكون	المحتوى ٪ (المدى)	المكون	المحتوى ٪ (المدى)
كربوايــــدرات كلية	٦١,٢-٥٣,٣	ستاكيوز	٢,٨-١,٢
		فرباسكوز	٣,٨-١,٧
نشا	٥٣,٢-٣٧,٠	اليـاف خـام كلية	١٢,٨-١,٢
أميلوز	٣٥,٠-١٣,٨		
سكريات ذائبـة كلية	٧,٢-٣,٩	لجنين	٧,٢-٢,٢
		سيليولوز	٤,٦-٢,٥
سكروز	٢,٠-٠,٣	هيميسيليولوز	١,١-٠,٣
رافينوز	٢,٦-٠,٣		

وفـي الجسـيمات البروتينيـة يوجـد فيسـيلين- ببتيدوايـــدرولاز vicilin-peptidohydrolase والذى يتجمـع عنـد بـدء الإنبـات. ويوجـد مثبـط التربسين فى الجزء السيتوبلازمى.

ويوجد فـي المـاش مـن مركبـات النتروجين غـير البروتينيـة أحمـاض أمينيـة ويورايـدات ureides وأمينـات وقلويـدات واليورايـدات الجليوكسـيلية glyoxylic ureides والألانتويــن وحمــض الألانتويك allantion & allantoic acid لهـا علاقة بتثبيت النتروجين فى البقول.

وبروتين الماش ينقصه الأحمـاض الأمينيـة الكبريتية والتربتوفان. والجدول (٣) يعطى الأحماض الأمينية الضرورية فى بروتين الماش.

جدول (٣): الأحماض الأمينية الضرورية فى بروتين الماش.

الحمض الأمينى	النسبة (جم/١٦جم ن)	الحمض الأمينى	النسبة (جم/١٦جم ن)
ليسين	٦,٩	ميثيونين	١,٥
ثريونين	٣,٠	تربتوفان	٠.٥
فالين	٦,٤	فينيل الانين	٥,٧
لوسين	٧,٩	أرجينين	٦,٧
ايزولوسين	٥,٤	هستيدين	٢,٧

وهضميـة البـروتين تبلـغ ٧٧٪ والقيمـة البيولوجيـة تراوحـت مـابين ٣٩ - ٧٠ ووجـد إرتبـاط جوهـرى بينها وبين الأحمـاض الأمينيـة الكبريتيـة ممـا يـدل علـى أن الميثيونـين والسـتين همـا محـدان limiting. وإضافـة الميثيونـين حسـنت القيمـة الغذائية ونسبة كفاءة البروتين تراوحـت مابيـن ٠,٨ - ٢,١٢ وصافى إستخدام البـروتين مابيـن ٢٦ - ٥٩ وال score الكيماوى ٣٢.

الدهون lipids

تختلف نسبة الدهن بتأثير الصنف والأصل والمكان والظروف الجوية والموسمية والبيئية. وتتراوح مابين ٢,١٤ - ٣,٠٪ وهى ٧٢,٨ أحماض دهنية غير مشبعة

، ٢٧,٧ أحماض دهنية مشبعة. والجدول (٤) يعطى تركيب الدهون.

جدول (٤): تركيب الدهون في الماش.

المكون	النسبة (٪)	المكون	النسبة (٪)
أحماض دهنية مشبعة	٢٧,٧	أحماض دهنية غيرمشبعة	٧٢,٨
بالمتيك	١٤,١	أوليك	٣٠,٨
ستياريك	٤,٣	لينولييك	١٦,٣
بيهينيك	٩,٣	لينولينيك	٣٥,٧

القيم معطاه بنسبة مئوية من الأحماض الدهنية الكلية.

والماش يخفض من الكوليسترول فى السيرم والكبد والأورطى فى الفئران.

المعادن

الجدول (٥): يعطى المعادن فى الماش.

والكالسيوم مركز فى غطاء البذرة ثم فى الجنين وأقله فى الفلقات بينما الفوسفور يوجد معظمه فى الجنين ثم الفلقات والحديد فى الجنين وغطاء البذرة.

الفيتامينات

يوجد فى البذور الجافة ٠,١٢ - ٠,٦٨ مجم/١٠٠جم ثيامين، ٠,٢٤ - ٠,٥٠ مجم/١٠٠جم ريبوفلافين و ١,١ - ٢,٥مجم/١٠٠جم نياسين. أما فى البذور المنبتة فتحتوى على كثرة من الفيتامينات.

جدول (٥): المعادن في الماش.

المعدن	المدى	المتوسط
معادن كلية (جم)	٣,٥-٤,٧	٤,١
كالسيوم (مجم)	١٠٥-١٤٠	١٢٣
فسفور (مجم)	٢٨٠-٤٦٤	٣٦٨
حديد (مجم)	٤,٠-٨,٤	٦.٨
مغنيسيوم (مجم)	١٧١-٢١٢	١٨٥
خارصين (مجم)	٠,٣٠-٣,٢٠	٣,١
نحاس (مجم)	٠,٩٧-١,٥٠	١,٢
بوتاسيوم (مجم)	١١٣٢-١٢٩٦	١٢١٤

القيم فى كل ١٠٠ جم من البذرة الكاملة.

العوامل المضادة للتغذية
antinutritional factors

مثبطات البروتياز: يوجد به مثبطا التربسين والأروبيتيداز خارج الأجسام البروتينية. وفى الماش فإنها أقل من غيرها من البقوليات.

ولايوجد بها مثبط الأميلاز ولا ملززات الدم النباتية phytoheagglutinins ولا ملزات الدم.

وجمعت عشرة أصناف من الماش من الهند وإيران وتايلاند والولايات المتحدة وساحل العاج وأفغانستان ووجد أنها لاتحتوى أى عديد الفينولات (تانينات). ولكن هناك من وجد فى صنفين من الماش ٣,٥ ، ٣,٧ مجم كاتيكين catechin/جم وكانت أكثر فى غطاء البذرة عن الفلقات. وعندما أختبر الدقيق وجد فيه أسترات ذائبة لأحماض الترانس فيروليك trans-ferulic، ترانس باراكوماريك وسبرنجيل وكان المحتوى الكلى ٢-٣ مجم/١٠٠جم من الدقيق. وإزالة القشرة أنقص

المحتوى الفينولي. كما أن الإنبات لمدة ٤ أيام أنقص (٧٢٪) محتوى التانين.

والفسفور يوجد في حمض الفيتيك وكانت نسبته ٤٦٤جم/١٠٠جم في البذور وكان منها ٦٧٪ فيتات التي تكون مركبات مع الأيونات الموجبة عديدة التكافؤ والبروتينات والتي لاتذوب في ج ـ الفسيولوجي ويصبح الكالسيوم والخارصين والمغنيسيوم والحديد غير متاحة بيولوجياً. كما أن معقد البروتين-فيتات أكثر مقاومة للهضم البروتيوليتي. ومعاملة الماش تمنع أو تقلل حمض الفيتيك مثل الطبخ والنقع والإنبات والتخمر والمعاملة في المعقم والتعليب والطحن.

أما عن إنتاج الغازات فإن الماش أقل البقوليات في ذلك وهي ترجع إلى الإستاكيوز والفرباسكوز وهما يبقيان بعد الطبخ العادي. والبذور غير الناضجة لاتنتج غازات مثل البذور الناضجة الجافة. كما يقلل منها الإنبات والتخمر والنقع والطبخ فيزال خلال الإنبات ٧٠ – ١٠٠٪ من هذه السكريات كما أن رمي ماء الطبيخ يقلل منها بمقدار ٦٦,٢٪.

• المعاملة processing

الطحن milling

يكون غطاء البذرة ٥ – ١٠ ٪ بالوزن مقارنة ببقية البقوليات ١٤ – ١٨٪ بالوزن ولذا يعطي دالاً dhal أعلا . وقد أدخلت طرق ميكانيكية لعمل الدال فأعطت ٨٢٪.

الإنبات germination

تنقع البذور طول الليل ثم تصفى وتوضع في أوعية في مكان دافيء وبعيد عن الإضاءة وتغسل وتصفى كل بضع ساعات وتصبح معدة للأكل في حوالي أسبوع وكل ١ كجم من البذور الجافة يعطي ٦ – ٨ كجم بذور منبتة. ويمكن إنقاص المدة برفع درجة حرارة ماء النقع وإزالة غطاء البذرة وإستخدام أملاح. ويبقى النتروجين الكلي ثابتاً وإن زاد نتروجين الأمايد والـ α-أمينو نتروجين. كما تتحملأ بروتينات التخزين إلى ببتيدات صغيرة وأحماض أمينية. وظهور الأندوببتيدات يعني هدم البروتينات كما إنخفضت الكربوايدرات الكلية والسكريات غير المختزلة وزادت البنتوزانات والسكريات المختزلة وكذلك نشاطات الأميلاز والدياستيز والبروتياز أثناء الإنبات. كما نقصت بضع السكريات وزادت هضمية النشا أثناء الإنبات.

وبالنسبة للمعادن لم تتأثر كثيراً بالإنبات وإن نقص الفيتين (الفسفور) بينما لم يتأثر الكالسيوم. والنقع في الماء لمدة ١٨ ساعة أنقص عديد الفينول من ١٤ – ٥٠٪ وبعد ٤٨ ساعة إنبات فقد الماش ٣٦٪ من عديد الفينولات وإذا زيدت مدة الإنبات تزداد نسبة فقد عديد الفينول.

كما زادت نسب الفيتامينات بدرجة ملحوظة فحمض الإسكوربيك كان صفراً فأصبح ٩٦,٧مجم/١٠٠جم (على أساس الوزن الجاف) والثيامين كان ٠,١٢ فأصبح ٠,٥٩ والريبوفلافين كان ٠,٥٤ فأصبح ٠,٦٣ والنياسين كان ١,٠٩ فأصبح ٣,٦٥. والبذور المنبتة كان لها تأثيراً حسناً على نمو الفئران ونسبة كفاءة البروتين. والإنبات لمدة

٩٦ ساعة أدى إلى تثبيط جوهرى فى مثبط التربسين أما زمن الطبخ فزاد بالإنبات. وفى عملية إشتملت على النقع فى الماء ١,٥٪ (وزن/حجم) لمدة ٨ – ١٠ ساعات ثم الإنبات لمدة ١-٢ يوم ثم السلق لمدة ٢- ٣ دقيقة فى ١٠٪ ص كل ثم التجفيف على ٥٥ – ٦٥°م لمدة ٦ – ٨ ساعات أعطى ماشا مجففاً أمكن حفظه فى أكياس عديد الإيثيلين وتخزينه حتى الإستعمال وقد تميأ جيداً. والماش المنبت يمكن تعليبه أو وضعه فى زجاجات على درجات حرارة مختلفة لمدة ٦ أشهر وإن حدثت حلمأة للكربوايدرات المعقدة. وحدث تفاعل مايارد مؤدياً إلى التلون البنى/الإسمرار.

الطبخ cooking

معاملة الماش بعد تحضير الدال dhal منه بالنقع لمدة ١ ساعة أنقصت وقت الطبخ من ١٦ ق إلى ٥,٥ ق وإذا زيدت مدة النقع إلى ١٢ ساعة ثم طحنت الدال بعد ذلك فإن وقت الطبخ يصبح ٤,٥ق. والطبخ يحسن الإستساغة والقيمة الغذائية ولكن إذا طال زمن الطبخ ينتج عنه نقص فى قيمة البروتين وفقد فى المغذيات مثل المعادن والفيتامينات. وقد وجد أن الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم ليس لها تأثير على قابلية الطبخ بينما حمض الفيتيك ونسبة الكالسيوم إليه لها علاقة إيجابية جوهرية مع قابلية الطبخ. أما البروتين والمحتوى من الميثيونين فلم تظهر أى تأثر. والتربتوفان وجد أن له علاقة سلبية عالية مع قابلية الطبخ. وأدى الطبخ إلى فقد ٢٣٪ من الحديد، ٢٣٪ من الرماد، ٣٠٪ من النحاس وبرمى ماء الطبخ فحوالى ٦٦٪ من سكريات عائلة الرافينوز تضيع. ولم تتأثر نسب فوسفور الفيتات/الفوسفور الكلى بطبخ الماش، وكذلك محتوى المغنيسيوم بينما محتوى الكالسيوم قل. وغلى الماش لمدة ٣٠ ق ينتج عنه نقص قدره ٧٣٪ فى محتوى عديد الفينولات.

والطبخ تحت الضغط أنتج زيادة جوهرية فى معدل هضمية البروتين فى الزجاج *in vitro* وكذلك الغلى أنتج زيادة فى هضمية البروتين. أما نسبة كفاءته والقيمة البيولوجية وصافى إستخدام البروتين فقد تحسنت كثيراً وجوهرياً بالطبخ تحت الضغط. كما أنه قد تحسنت هضمية النشا بالطبخ وثبط نشاط مثبط التربسين وإنخفضت نسبة التانين ٧٠٪.

التحميص والتحمير

التحميص على درجات حرارة مابين ١٥٠- ٢٠٠°م زاد من نسبة كفاءة البروتين والقيمة الهضمية له والتحميص على ٨٠ ± ٥°م لمدة ثلاثين دقيقة حسن هضمية البروتين ولم يؤثر على القيمة البيولوجية فى صغار الخنازير. والتحميص والتذرية قللت من محتوى الليسين وحسنت الطاقة المهضومة ولكن أنقصت القيمة الهضمية وصافى إستخدام البروتين.

المنتجات التقليدية

يؤكل الماش فى أشكال مختلفة فالدال dhal يقلى (كعصيدة مع الأرز) وينبت وفى كيكة وفى حلويات وفى الشرائطيات وطازجاً.

الشرانطيات: يأكلها الصينيون وهي عديمة المذاق وشكلها جيد وشفافة وشبه مقاومة أو سهلة الطبخ وسهلة التعبئة ولاتهاجمها إنزيمات الهضم بسهولة بسبب عدم ذوبان وأجون staleness النشا.

دال الماش المحمر: يحضر بنقع الدال طول الليل ثم يصفى ثم يحمر وهو يحتوى ٢٠٪ دهن ، ١٨٪ بروتين ، ٢٪ رطوبة ويضاف إليه ١٪ ص كل وله عمر رف حوالي ١٥ يوماً عندما تخزن في برطمانات زجاجية أو أكياس عديد الإيثيلين ذى كثافة عالية. وتصل المدة إلى سنة عند تخزينها في علب صفيح أو ألومنيوم.

الدقيق المركب composite flour

أحسن المخاليط كانت ٩٠٪ قمح؛ ١٠٪ ماش و ٨٠٪ أرز أو ذرة أو شعير و ٢٠٪ ماش؛ ومخلوط ٧٠٪ ذرة رفيعة ، ٣٠٪ ماش أعطى معدل نمو أعلا ونسبة كفاءة بروتين أحسن عن ١٠٠٪ ذرة رفيعة. والدراسات على أطفال ماقبل المدارس بإستخدام أغدية أرز - ماش (٣/١ النتروجين من الماش) أعطت مأخوذ بروتين عالٍ (١,٢٥ جم/كجم) مال إلى إنقاص إستخدام الطاقة بدون التأثير المعاكس على إستخدام البروتين. ونزع القشرة أنتج خبزاً ممتازاً عندما تم إستبدال ٥٪ ، وخبزاً مقبولاً عند إستبدال قدره ١٠ و ١٥٪. والإنبات لمدة ٣ أيام أعطى تأثيراً سيئاً على نكهة الخبز وتركيبه على إستبدال قدره ٥ و ١٠٪. ويمكن خلط دقيق القمح الشيلمي triticale مع الماش بنسبة ١٠ - ٣٠٪ لتحسين المنتج فقد تحسنت جودة البروتين بدون تأثير جوهرى على اللون والنكهة والقوام والعبير. وفي تجربة أجريت على الماش والماش المنبت تحسن النمو حتى ١٠ أسابيع وأن الماش كان أحسن من اللوبيا.

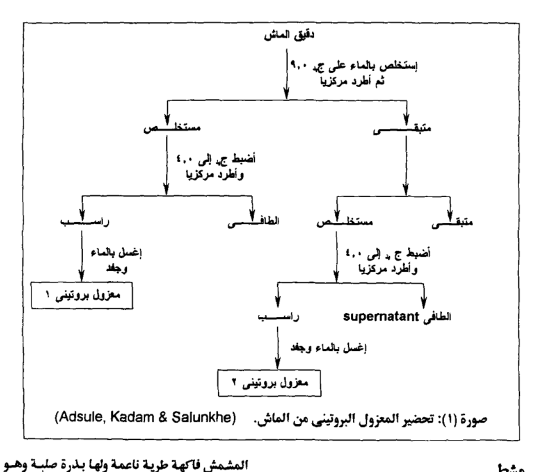
أغدية الفطام weaning foods

النتش malting يقلل من لزوجة أغدية الأطفال للفطام ويزيد من الفيتامينات والليسين والتربتوفان والتكوين التقريبي لغذاء فطام لنتش محضر من دقيق منتش ragi راجي وذرة رفيعة وماش كان له تركيب مماثل لأغدية الفطام المستخدمة فكان له ١١,٥٪ بروتين ونسبة كفاءة بروتين ٢,٤ ولذا فإن الراجي ragi والماش نبتا وجففا وسحقا ودقيق الراجي المنقى خلط مع دقيق الماش بنسبة ٧٠ : ٣٠ لإعطاء غذاء فطام منتش وقد لوحظ زيادة في نشاط الأميلاز وإنخفاض في لزوجة العجين مع التقدم في الإنبات لكل من الراجي والماش. ولزوجة العجين الساخن لغذاء الفطام المنتش كانت أقل كثيراً عن كثير من الماركات الموجودة في السوق.

معزولات البروتين protein isolates

حضر مركز البروتين من الماش وقد وُجد أن ذوبان البروتين إزداد مع دقة fineness حجم الجسيم وأن أفضل حجم كان ١٠٠مش mesh. وكانت جيد نقطة التكاهر isoelectric لترسيب البروتين ٤,٠ والإستخلاص عند ج يد ٩,٠ على ٢٥°م لمدة ٢٠ ق بإستخدام ١ : ١٥ دقيق ماش إلى مذيب ثم الترسيب على ج يد ٤,٠ كانت مناسبة لتحضير المعزول (الصورة ١). ومعزول البروتين ١ كان به

٩٢٪ بروتين على أساس الوزن الجاف وكمية كبيرة من الليسين ولكن كان محدداً في الميثيونين والسيستين وكان له لون كريمي وذوبان عال على جهد أعلا أو أقل من نقطة التكاهر. والخبز المحضر باستخدام معزول البروتين على مستوى ١٠٪ كان مقبولا وكان به ٤١٪ محتوى بروتين أعلا و٧٣٪ أعلا في نسبة كفاءة البروتين عن الخبز الذى لم يضف إليه. وكان مقارنا مع بروتين الصويا.



صورة (١): تحضير المعزول البروتيني من الماش. (Adsule, Kadam & Salunkhe)

مشط

مشط/بلطى	chromis

أنظر: سمك

مشمش	appricot

الإسم العلمى *Prunus armeniaca*
Prunus spp.
الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae

المشمش فاكهة طرية ناعمة ولها بذرة صلبة وهو يتأثر بالأمراض وبإرتفاع وإنخفاض درجة الحرارة ويوجد عدد كبير من أنواع الـ *Pronus* وهناك نوع يتصل به إسمه *Prunus mume*. وتاريخيا المشمش الممى mume أستخدمت كدواء ولكنها الآن تعمل فى شراب والمربى والمخلل والليكير liqueur.

بعض أوصاف

معظم الأصناف المزروعة من المشمش تتبع النوع *Prunus armeniaca* L. ومن الأصناف القريبة *P. mume* Sidb. و *Zucc* والمشمش الياباني *P. dasycarpa* Ehrh. والمشمش الأسود *P. brigantiaca* Vill. والمشمش من ثنائي الصبغيات diploid (٢ن = ١٦ ، ٨=X , 2n=16 X=8). وتحمل الأزهار وحيدة أو مزدوجة عند عقد على سيقان قصيرة جدا ولها ٣٠ سداة stamen وكربلة/مدقة pistil واحدة والأزهار بيضاء أو وردية والإزهار يتبعه ظهور الأوراق وهذه بسيطة متبادلة منشارية مستديرة بيضية إلى بيضية وهي حادة. وأصناف المشمش الموجودة حالياً تحتاج إلى حوالي ٣٠٠ – ١٢٠٠ ساعة من البرودة (درجات حرارة أقل من ٧,٢°م) والبراعم الخضرية تحتاج إلى برودة أقل من براعم الإنتاج (الأزهار) وعندما لايكون البرد كافياً فإن البراعم تسقط وينتج المشمش أزهاراً أكثر مما يحتاج للتأكد من إنتاج محصول كافٍ وربما احتاج الأمر كثيراً إلى خف الثمار الصغيرة للحصول على حجم ثمار كافٍ. وهو حسلة (ثمرة حجرية).

والحسلة لحمية مع البذرة مغلفة في غلاف داخلي ذو بذرة stony تسمى pit. وثمرة المشمش تتكون من الغلاف الداخلي في البذرة وغلاف ثمري وسطي mesocarp لحمي fleshy وغلاف خارجي (الجلد) exocarp.

والمحصول إما أن يعلب أو يصنع منه تكتار أو يجفف أو يجمد أو يدخل في صناعة أغذية الأطفال.

المشمش المعلب canned appricot

تجمع الثمار باليد وإلى درجة أقل بالمكن وتوضع في قواديس سعة ٢٧٢كجم حيث تنقل إلى محطة وزن لضبط الدرجة grade والوزن ثم تنقل إلى مصنع التعليب حيث تنقل ميكانيكياً إلى حمام ماء مكلور ثم إلى حزام التفتيش لإزالة أي مادة خلاف المشمش (الأوراق والعصيان والبذور) أو الثمار غير الناضجة أو الخضراء أو زائدة النضج ثم تدرج للحجم والثمار الصغيرة التي لاتصلح للحفظ في العلب تجمع وتوجه إلى حيث تستخدم في المركزات و/أو النواتج المشابهة للنكتار.

وتصل الثمار إلى قاطعات المشمش الميكانيكية وهذا المكن يرتب الثمار بحيث يكون القطع على التدرير/خط الإتصال suture والفواكه المقطعة تفتح وتقع البذور من خلال لوح صلب غير قابل للصدأ. والثمار المقطعة مزالة البذرة تذهب إلى مدرج حجمي للحصول على ثمار موحدة في الحجم. وبعد ملء العلب يضاف إليها محلول سكري أو عصير ثم تقفل مباشرة ثم تعقم. والمحلول المضاف إما أن يكون شراباً سميكاً أو خفيفاً أو عصيراً أو ماءاً.

والثمار التي لم تصلح للتعبئة ترسل إلى مخروط حراري thermal screw حيث تسخن إلى ٩٨,٩°م ثم إلى وحدة تلبيب pulping unit حيث تزال البذرة. ويدفع اللب الساخن خلال مهيئات finishers حيث يزال جزء من مادة الألياف ثم جلد المشمش. والعصير المُنْهى يكون معداً لعملية تبخير أو يرسل إلى غرفة النكتار حيث يخلط بالسكر والماء وحمض السيتريك ويملأ النكتار

وتقفل العلب. أما عصير الثمار فربما بخر إلى ٣٢° بركسى (٣٢٪) مكوناً مركزاً ويعبأ فى علب ٣,٢٥ لتر أو يملأ بطريقة مطهرة aseptically فى براميل ٢٥٠ لتر. والمنتج المركز يستخدم فى إعادة تكوين النكتار أو كمكون للصلصات المختلفة.

المشمش المجفف dried appricot

ينتج من الثمار الطازجة الناضجة الغضة plump.

التجفيف الشمسى

طور النضج هام فى إختيار الثمار للنضج فإذا قطفت الثمار مبكراً فإن الناتج النهائى ينقصه اللون والنكهة فإذا كانت زائدة النضج فإن الناتج النهائى يفقد الشكل ويصبح مثل البلاطة slab-like فى المظهر.

والمعاملات المبدئية هى : ١- إختيار وفرز الثمار الطازجة. ٢- الغسيل . ٣- تترك الثمار أو تقطع إلى أنصاف وتزال البذور. ٤- تعرش الثمار على صوانى التجفيف مع جعل الأسطح المقطوعة إلى أعلا. ٥- الكبرتة بواسطة حرق الكبريت، وغاز ثانى أكسيد الكبريت. ٦- وضع الصوانى فى الشمس فى حوش التجفيف.

الكبرتة sulphuring: ثانى أكسيد الكبريت هو المادة الكيماوية الوحيدة التى تضاف إلى المشمش المجفف وهو يعتبر مأموناً. وهو يعمل على منع التلون البنى الإنزيمى (الإسمرار الإنزيمى) enzymatic browning ويقلل من تحطيم الكاروتين وحمض الاسكوربيك. والمشمش المكبرت المجفف يحتوى ثانى أكسيد كبريت بمستوى حوالى ٢٥٠٠ جزء فى المليون. ويجب ضبط هذه النسبة لأنها تختلف من بلد إلى بلد. وهو يبتدىء فى النقصان بمجرد المعاملة به ويقل خلال التخزين والتوزيع والعمر على الرف.

التجفيف الشمسى: توضع الصوانى عقب الكبرتة فى حوش التجفيف ويعتبر التجفيف الشمسى منتهياً عندما تصل نسبة الرطوبة فى المشمش ١٥ - ٢٠٪ وزمن التجفيف يمكن أن يختلف تبعاً لظروف الثمار ونسبة الرطوبة فى الهواء ومقدار تعرضه للشمس. وأثناء التجفيف تترك الثمار المقطوعة والمكبرتة فى الشمس لمدة ٥ - ١٠ أيام ثم يتبع ذلك التجفيف بعيداً عن الشمس المباشرة لمدة تكفى للوصول إلى نسبة الرطوبة المرغوبة. وبعد التجفيف ينقل المشمش إلى صناديق حيث يحدث توازن للمحتوى الرطوبى فى مدة حوالى ٢-٣ أسابيع أو ربما أكثر وبعد ذلك يدرج ويعد للتسويق.

القمر الدين

القمر الدين نوع من الفاكهة المجففة يستهلك عموماً خلال شهر الشتاء ويشتد الإقبال عليه فى شهر رمضان. ويكون القمر الدين عادة على شكل رقائق مجففة صفراء اللون من لب المشمش ومذاقه حلو يميل إلى الحموضة. ويصنع القمر الدين أساساً فى البلدان المنتجة للمشمش مثل الجمهورية العربية السورية ولبنان.

طريقة الإعداد: مازال إنتاج القمر الدين يتم على نطاق ضيق من فاكهة المشمش الناضجة جداً، حيث يتم تبييض الثمار وتهرس وتصفى بمصفاه واسعة لفصل البذور والقشر عن اللبابة والعصير. ثم يوضع العصير في صوان خشبية بعد دهانها جيداً بالزيت. ولايمكن إستخدام الأوعية المعدنية نظراً لشدة حموضة عصير المشمش. ورغم إمكان إستخدام الأواني المصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ فمن الأفضل إستخدام الأواني الخشبية لقلة تكاليفها. ودهان الخشب بالزيت يساعد على منع إلتصاق عصير المشمش بالخشب أثناء عملية التجفيف ويقلل من إمتصاص الخشب للعصير والمكونات التي تعطي النكهة الطيبة للقمر الدين. وعادة يكون سمك القمر الدين المهروس في الصواني أقل من سنتيمتر واحد في بداية مراحل التجفيف التي تتم في الشمس لمدة ٠ يوماً تقريباً تبعاً للظروف الجوية. ويكون المنتج النهائي على شكل رقائق يتراوح سمكها بين ١-٢ مم وتكون مطاطة قليلاً. وعادة يلف القمر الدين في ورق السلوفان الأصفر ويحفظ في درجة حرارة الغرفة.

القيمة الغذائية: يحتوي القمر الدين على نسبة كبيرة من الألياف النباتية والبكتين. وإن كان أهم مايتميز به هو إرتفاع محتواه من الطاقة. ويقبل عليه الصغار والكبار على السواء. ويوضح الجدول (١) تركيب القمر الدين.

جدول (١): التركيب الإجمالي التقريبي للقمر الدين.

التركيب	القيمة
طاقة (كيلوكالورى)	٣٣٨
رطوبة (جم)	١٤ (تتراوح بين ١٠-٢٥)
بروتين (جم)	٢
دهون (خلاصة الإيثير الخام) (جم)	٢
رماد (جم)	٣,٤
كربوهيدرات (جم)	٧٨

(داغر)

الفحص والغسيل

التدريج للحجم مطلوب للحصول على حجم القطع المرغوب في الناتج النهائي. ويتم بإمرار المشمش المجفف على مصفاه معدنية مخرمة وتجميع الأجزاء المختلفة كل على حده.

وقبل التعبئة أو التقطيع أو الفرم فإن المشمش يغسل جيداً لإزالة الغبار وأجزاء الأوراق وغير ذلك. والغسيل يتكون من نقع في الماء ويتبع ذلك إحتكاك ميكانيكي وفي النهاية الغسيل. وبعد الغسيل فإن الثمار تفرش على صواني لمعاملة ثانية بثاني أكسيد الكبريت للتأكد من أحسن لون وأحسن قيمة حفظية. وفي هذه المعاملة فإن ضبط نسبة كب أ، هام للمحافظة على عمر الرف.

التخزين storage

تعمل نسبة الرطوبة المنخفضة وإرتفاع نسبة السكر الطبيعي والمحتوى المرتفع من الحمض ومستوى

كب أ، وإنخفاض رقم جيد على منع التدهور بواسطة الكائنات الحية أو الإنزيمات.

وفقد كب أ، لايمكن وقفه تماماً ولكن يمكن أن يضبط بحيث يكون لاتأثير له كبير أثناء التخزين. وأهم عامل في التخزين هو درجة الحرارة حيث أن إرتفاع درجة الحرارة بمقدار ١١°م أعلا من ٤,٤°م ينقص مدة التخزين إلى النصف تقريباً.

وإتباع النقاط الآتية يعطى أحسن النتائج:

١- خزن الثمار المجففة على ٤,٤°م ، ٧٥٪ نسبة رطوبة لأحسن حفظ لمدة ٦ - ٩ أشهر وذلك للمشمش المغسول والمعاد كبرتته.

٢- إحتفظ بدرجة الحرارة ونسبة الرطوبة ثابتتين.

٣- المنتج يجب أن يكون مغلفاً جيداً ولايتعرض للهواء.

٤- إحفظ الثمار الجافة من ضوء الشمس المباشر.

المشمش المجمد frozen appricot

المشمش المجمد يتم فى ١- أنصاف أو ٢- شرائح slices ويباع للخبازين ومعامل الجيلاتى وصانعى العقبة المجمدة. وأيضاً على ٣- هيئة مزال البذرة بالمكن machine pitted ويباع للإستخدام فى عمل المربى والجيلى.

الإستلام receiving: يصل المشمش فى قواديس ٣٦٣ رطل وتوزن وتفحص بالعين للجودة. وتفحص لدرجة النضج وإختراق الحشرات والعفن وتكسر اللحم وزيادة المواد الغريبة مثل الأوراق. وتترك الثمار فى مخزن بارد أو تترك فى الإستلام لتمام النضج.

بكر الورق leaf rollers

يوضع المشمش على ناقل ويمر على سلسلة من البكر المتوازى. وهذا البكر يفصل عن بعضه بواسطة فراغات صغيرة منها تقع الأوراق والغصون. ويعمل أحد العمال على إزالة الأوراق والعفن والثمار الخضراء. والثمار الخضراء يحتفظ بها لحين النضج المناسب.

ومن هذا البكر يقع المشمش على حيث يغسل مع الهز تحت أدشاش من الماء العذب ثم تذهب إلى حزام التفتيش الأولى حيث يتم فحصها للعفن والأوراق والثمار الخضراء. ومن هذا الحزام تقع الثمار على رافع مدعم cleated الذى يحمل الثمار إلى حزام-عبر cross-belt آخر الذى يوصل الثمار إلى واحد من إثنين من مصفات المشمش. وتصل الثمار إلى مغذى هزاز -shaker feeder وحكاكات دوارة rotating scrubbers تنظف المشمش وتغذيه واحدة بعد الأخرى فى خمس حارات. وهذه تعمل على تغذية المشمش إلى جيوب للإلتقاط وهذه توصلها إلى أحزمة أحواض V trough belts V والتى لها أصابع مهيئة للثمار بحيث تدور بحيث أن التدريز suture يتم توجهها مع الأنصال التى تقطع المشمش إلى نصفين.

ويعمل مزيل للبذرة فى نهاية النصل على إزالة البذرة من النصفين عندما تمر ويزال حوالى ٨٥٪ من البذور بهذه الطريقة.

ويحمل حزام أنصاف المشمش إلى ناقل الذى ينقله إلى هزاز حيث تمر على أخرام تسمح للبذور

المتبقية أن تقع من خلالها أو عند الخروج تخرج أنصاف المشمش مع فجوة البذرة إلى أعلا.
ثم يتم فحص أنصاف المشمش على حزام لوجود بذور أو ثمار طرية والثمار الطرية توضع في جرادل وتستخدم في عمل الهريس purée. ومن هذا الحزام تنقل ثمار المشمش إلى جهاز عمل الشرائح slices الذى يقطع الأنصاف إلى شرائح بينها ١,٢٧ سم فراغ.
والمشمش المقطع يقع على حزام تفتيش نهائى حيث يفحص للبذور والجروح والمواد الغريبة غير الضارة. ثم يذهب إلى حيث الملء والوزن ويوضع في علب صفيح ويوزن ويضاف إليها شراب ٦٠° بركس مع حمض الأسكوربيك بعد أن تثقل الأنصاف بمثقال. ثم يوزن الوعاء مرة أخرى ثم يوضع غطاء على العلبة ثم تمر إلى الغسيل وتُرْمَز coded ثم تنقل بسرعة إلى التخزين البارد للتجميد.

إستخدام المشمش

إستخدم المشمش المجفف أولاً نظراً لإحتفاظه بقيمته على الرف لمدة طويلة وكذلك لأنه يعد من الأكلات الخفيفة ومعد للطبخ والخبيز ونظراً لنكهته الحلوة الحامضية. ولكنها أعطت وضعها للثمار المعلبة بعد ذلك وبعد الحرب العالمية الثانية. أما المشمش المجمد فيمثل حالياً أقل من ١٢٪ من المُصَنّع. والمشمش المباع طازجاً يمثل ١٤ – ١٧٪ من الناتج.

التغذية nutrition

وزنا بوزن المشمش يعطى ٣ مرات الكاروتين مثل الخوخ وثلاث مرات حمض الأسكوربيك كالكمثرى وهو أيضاً أعلا في البوتاسيوم والكالسيوم والفوسفور والحديد عن معظم الثمار الأخرى (الجدول ٢). والمشمش خاصة المشمش المجفف مصدر جيد للألياف الغذائية وهو منخفض في الصوديوم والسعرات والدهن وليس به كوليسترول.

جدول (٢): التكوين التغذوى (لكل ١٠٠ جم من الثمار) للمشمش.

المكون		طازج	معلب			نكتار	مجفف
			شراب كثيف	شراب خفيف	عصير		
طاقة	(جول)	٢٠٠	٣٥٠	٢٦٥	٢٠٠	٢٣٥	١٠٠٠
بروتين	(جم)	١	١	١	١	صفر	٤
كربوايدرات	(جم)	١١	٢١	١٦	١٢	١٤	٦٣
دهن	(جم)	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
صوديوم	(مجم)	١	٤	٤	٤	٤	١٠
بوتاسيوم	(مجم)	٢٩٥	١٤٠	١٣٨	١٦٥	١١٤	١٣٧٨
ألياف	(جم)	٢	صفر	صفر	١	١	٨

(Macrae)

معدة ثالثة/ذات التلافيف omasum

معدة الماشية والخراف لها أربعة أقسام والمعدة الثالثة من المعدة المجترة ruminant stomach هي ذات التلافيف والجدار الداخلي في صورة عبارة عن طيات رفيعة عميقة مثل صفحات الكتاب وهذا ماأدى إلى تسميتها بالإنجيل bible. ورغم أن لها قوام ونكهة رقيقة إلا أنها لاتستعمل في كل الكرشة tripe لصعوبة التنظيف. أما الجزء الرابع من المعدة المجترة فهو المعدة الرابعة abomasum. وجدران المعدة المجترة تتكون من عضل ناعم smooth وأنسجة ضامة connective والبطانة في ذات التلافيف تحتوي حليمات papillae صغيرة ومتقرنة cornified وسطوح الطيات مغطاه بواسطة أغشية متقرنة keratinized مخاطية. أما المعدة الرابعة abomasum فلها بطانة طلائية epithelial سميكة وهي تستخدم في إنتاج الرينيت rennet.

وهي عموماً خشنة لإحتوائها على نسيج ضام connective بنسبة عالية فهي تحتوي على ٣٥ جم كولاجين لكل ١٠٠ جم بروتين.

(Macrae)

مصطكا/مستكه/كيا lentiseus

أنظر: كيا

معزة goat

أنظر: عنزة

مغد جلومر bitter-sweet

الإسم العلمي *Solanum dulcamara*

الفصيلةالعائلة: الباذنجانية

Solanaceae (night shade)

تصل إلى ١٠ - ١٢ قدماً ولها أوراق بيضية ٢ - ٤ بوصة في الطول وأحياناً مفصصة عند القاعدة والأزهار في عناقيد طويلة نجميه حوالي ٢/١ بوصة في العرض ولها تويج corolla زرقاء أرجوانية براقة وسداة stamen صفراء والثمار بيضية حوالي ٢/١ بوصة في الطول لونها أولاً خضراء تتغير إلى قرمزي براق عند النضج ويعتقد أن كل أجزاء النبات سامة إذا أكلت خاماً.

مقدونس parsley

أنظر: بقدونس

مغنيسيوم magnesium

ينتشر المغنيسيوم في صورة أملاحه ثنائية التكافؤ كما أنه ضروري للإنسان.

الخواص الكيماوية والفيزيقية
chemical and physical properties

المغنيسيوم هو ثامن عنصر في القشرة الأرضية وجوداً ويوجد على هيئة ماجنيزايت ودولومايت

وغيرها. وهو أبيض فضي خفيف وجشب. وهو يحترق في الهواء معطياً شعاعاً أبيضاً. وهو أخف من ٣/١ الألومنيوم ولذا فإن سبائكه تستخدم في صناعة الطيران. وهو ضروري للنباتات ويوجد في الكلوروفيل وبعض الإنزيمات فهو ضروري لحياة الحيوان والإنسان. ويعطي الجدول (١) بعض الخواص الكيماوية والفيزيقية له.

جدول (١): الخواص الكيماوية والفيزيقية للمغنيسيوم.

الوزن الذرى	٢٤,٣٠٠٦ ± ٦
درجة حرارة الإنصهار	٦٤٨,٨ ± ٠,٥ °م
الوزن النوعى	١,٧٣٨
العدد الذرى	١٢
درجة حرارة الغليان	١٠٩٠°م
التكافؤ	٢

الوجود والتخصص في الأغذية

occurrence & speciation in foods

المصادر الكافية للمغنيسيوم هي الخضروات الخضراء والنُقل والكاكاو والحبوب الكاملة ونُقل الكاشو به أعلا وجود له فهو يحتوى على ٢٧٠مجم/١٠٠جم. ويفقد كثير منه أثناء الطبخ والطحن.

• **الدور الغذائي في الغذاء**

nutritional significance in diet

دوره الفسيولوجي its physiological role

كمية المغنيسيوم في الجسم ٢٠ - ٢٨جم للإنسان الذى يبلغ ٧٠كجم. ٥٥ - ٦٠ ٪ في العظام، ٤٠-٤٥٪ في الأنسجة الأخرى. ونسبته في السوائل خارج الخلايا ١٪ ومغنيسيوم البلازما حوالي ٠,٣٪ مما يوجد في الجسم. ويوجد في البلازما في مدى ٠,٧ - ١.١ ميللي جزىء/لتر وفي كرات الدم الحمراء بنسبة ٢,٢٥ - ٣,٠ ميللي جزىء/لتر والسوائل خارج الخلايا لها أكبر معدل تحول له (اللعاب والعصير البنكرياسي وعصارة المرارة) وفي الخلايا يتركز في السبحيات حيث هو عامل مساعد للكربوكسيلاز وقرائن الإنزيم أ ويعمل في نقل الطاقة.

والإمتصاص يحدث في الأمعاء الصغيرة وإن كان الأطفال يستطيعون إمتصاصه من القولون. ومعدل الإمتصاص يتوقف على المأخوذ. وفي الإغتذاء العادى بمحتوى حوالي ٢٤٠مجم/يوم يمتص حوالي ٤٤٪. ويحدث الإمتصاص بالإنتشار ولكن أيضاً بالإنتقال النشط. والمغنيسيوم الممتص الذى لايُحْتَاج إليه ينظم بواسطة الكلى ويفرز في البول.

وللمغنيسيوم عدة وظائف في جسم الإنسان؛ فأولاً: يتأثر تركيب الكروماتين النووى بالمغنيسيوم والأيونات المعدنية الأخرى والتى هى هامة في عملية نسخ للرمز الوراثي genetic code. وثانياً: هو جزء ضرورى ومتمم لعدة إنزيمات (جدول ٢). وثالثاً: المغنيسيوم مهم في تخليق أ.و.ف AMP الدائرى فهو مهم في تنظيم الهرمونات. ورابعاً: المغنيسيوم المتأين ضرورى في الإرتواء العَصَبي/العَضَلي neuromuscular وانقباض العضل. وخامساً: للمغنيسيوم تأثيرات تآزرية ومضادة على أيض الكالسيوم.

ونقص المغنيسيوم ينتج عنه عدة أمراض، وأعراضه عصبية وتغيرات فى القناة الهضمية والأوعية القلبية.

جدول (٢): الإنزيمات التى تعتمد على المغنيسيوم.

الكينازات kinases، أكسيداز البيروفات pyruvate oxidase، الفوسفاتازات، أكسيدات الكولين، فوسفاتازات النقل transphosphatases، الجلوتاميناز، عديد الفوسفاتازات، الكربوكسى ببتيداز ، ٥-نيوكليوتيداز 5-nucleotidase، ببتيداز اللوسين أمينو، إينولاز enolase، الفوسفوجلوكوميوتاز، الفوسفوريبوميوتاز، كل الإنزيمات التى لها قرين إنزيم ثيامين بيروفوسفات.

وجدول (٣) يعطى الكميات فى الغذاء المسموح بها.

جدول (٣): كميات المغنيسيوم المسموح بها فى الغذاء.

السن	الكمية (مجم/يوم)
الأطفال	٤٠
الأنثى المراهقة (١٥-١٨ سنة)	٣٠٠
الذكر المراهق (١٥-١٨ سنة)	٤٠٠
الإناث البالغة (أكثر من ١٩ سنة)	٢٨٠
الحوامل	٢٠ +
المرضعات (الستة أشهر الأولى)	٧٥ +
المرضعات (الستة أشهر التالية)	٦٠ +

parsley مقدونس

أنظر: بقدونس

جوز مكداميا macadamia or Queensland nuts

الإسم العلمى

Macadamia integrifolia (ناعم القشرة)

M. tetraphylla (خشن القشرة)

بعض أوصاف

الشجرة مستديمة الخضرة تنمو إلى ١٥ متر فى الإرتفاع. والثمرة قشرة لحمية fleshy husk تحتوى الجوزة nut. والنبات يوجد فى الغابات الممطرة تحت الإستوائية الساحلية فى أستراليا. وإستخدمت القبائل الأبوريجينية Aboriginal الجوزة من قديم الزمان ولكنها إستؤنست فى ١٨٥٨. وهى تعتبر من الجوز ذى المذاق العالى بسبب نكهتها الفريدة الشهية. والحبة تحتوى ٧٠٪ أحماض دهنية وحيدة عدم التشبع و ٨٪ بروتين. وتستهلك محمصة ومملحة كجوزة عُقْبة desert nut وفى الحلويات ومنتجات الخبيز والجيلاتى.

(Vaughan)

macaroni مكرونة

أنظر: عجائن غذائية

west Indian cherry / acerola cereza ملبيغية

الإسم العلمى *Malpighia glabra* L. / *Malpighia punciflora* L

خصائص الفاكهة

الخاصية	الفاكهة الناضجة جزئياً	الفاكهة الناضجة
الوزن (جم)	٣,١	٤,٧
القطر (سم)	١,٧	٢,٢
العصير (٪ من وزن الفاكهة)	٥٥,٣	٦٩,٢
الرطوبة في الفاكهة (٪)	٨٣,٣	٨٣,٤
المواد الصلبة في العصير (٪)	٥,٩٩	٥,٨٥
رقم جـه	٣,٢	٣,٣
حمض الاسكوربيك (مجم١٠٠ / مل عصير)	١٧١٣	١٢٠٠
الحموضة (٠,١ مل ص أ يد/١٠٠ مل عصير)	١٦٢,٣	١٣٥,٩
السكريات المختزلة (جم/١٠٠ مل عصير)	٣,٢	٤,١

ويصل فيتامين ج إلى أعلى مستوى بعد ١٦ – ١٨ يوم من طور الإزهار anthesis وقد يصل إلى ٤٠٠٠مجم/١٠٠جم. والنباتات المطعمة إحتوت على فيتامين أكثر. وفيتامين ج يزيد مع تعرض الأشجار للضوء. وتنتج الشجرة ٢,١ كجم في الشمس والتي في الظل تنتج ٠,٤ – ١,٣ كجم ولكن التعرض للشمس مباشرة أكثر من ٤ ساعات يتسبب في فقد فيتامين ج. وتخزين الثمار بعيداً عن الشمس يفقدها بعض الفيتامين.

وقد إحتوت الفاكهة على:

المكون		الجزء المأكلة
بروتين	٪	١,٧٧-١,٦٦
رطوبة	٪	٨٨,٩-٨٣,٦
الرماد	٪	٠,٨٢-٠,٧٧
الدهن	٪	٠,١٨-٠,٠٩
ألياف	٪	١,٢٠-٠,٩٠
كربوايدرات	٪	١٤,٣٨-١٢,٧٣
جـه		٣,٥
حمض اسكوربيك	مجم/١٠٠جم	١٤٩٤
ثيامين	ميكروجرام/١٠٠جم	٢٤-٤
ريبوفلافين	ميكروجرام/١٠٠جم	٤٣-٣٨
نياسين	ميكروجرام/١٠٠جم	٥٢٦-٤٦٤
فيتامين أ	وحدة دولية	١٠١٧
كالسيوم	مجم/١٠٠جم	٣٤,٦-٨,٢
فوسفور	مجم/١٠٠جم	٣٧,٥-٣٣,٦
حديد	مجم/١٠٠جم	١,١١-١,٠١

ويوجد بها جلوكوز وفركتوز وسكروز.

ويوجد بها أسكورباز ويفقد بالتخزين على درجات حرارة منخفضة.

إستخلاص ومعاملة وتعليب العصير

إستعملت فاكهة ناضجة ولكن متماسكة وعصر العصير في عصارة سيدر وإن تعذر فقد هرست الفاكهة بمقلب سريع ثم طرد مركزياً بالترويق ثم رشح من خلال سوبرجل مرتفع الإنسياب high flow super gel ثم بستر وميضياً في مبادل حراري أنبوبي على ٩٨°م لمدة ٤٥ ثانية ففقد قليلاً من فيتامين ج ثم عبأ العصير في علب وخزن لمدة سنة على ٢٧ – ٢٩°م ففقد ٥٣,٥ – ٨١,٥٪ ولكن

هذه العلب إنتفخت بعد أقل من شهر وفقد من الفيتامين أثناء الإنتفاخ من ٤ – ١٠٪.

ويُقلل فقد العصير بالتخزين على ٧°م ففقد على الأكثر ٢١٪ خلال سنة ولم تتغير السكريات الثنائية أو رقم ج يد أو الحموضة الكلية فى أى من درجة حرارة الحجرة أو ٧°م.

وعبأ العصير فى زجاجات خضراء من سعة ٢٣٧ مل معقمة بعد غليه لمدة ٣ ق وغطيت الزجاجات بأغطية معدنية مبطنة بالفلين. وقد إحتفظ العصير بعد ثمانية أشهر بـ ٨٤٪ من الفيتامين إذا لم يضف سكر.

والتسخين يؤدى إلى فقد النكهة وإن لم يفقد الفيتامين.

ولون العصير أحمر براق يتغير إلى مصفر بعد البسترة والتعليب وبعد شهرين من التخزين يتحول إلى البنى ويتصاعد ك أ، أما العصير المجمد فلايتغير إلا قليلاً.

والعصير الطازج له إمتصاص عند ٥٠٠ – ٥٢٠ نانومتر وبه صبغة أنثوسيانين زرقاء–أرجوانية.

وقد أنتج من الفاكهة مسحوق وذلك بغسيل وطحن الفاكهة ثم تركيز العصير فى مبخر ذى فلم ساقط إلى ٦٠٪ مواد صلبة ثم سخن كهربياً ثم فى أسطوانات إلى ٨٢°م ثم برد على إسطوانة إلى –٧°م لمدة ٥,٥ ق وذلك فى فراغ ٢مم ويأخذ التسخين ٢ق وإسطوانات التسخين والتبريد حوالى ٦٠ سم فى العرض ثم يعبأ العصير المسخن الوردى الباهت إلى خمرى tan باهت.

و بنية الفاكهة البكتين ويمكن أن يحضر منها جيلى وهريس (بيوريه).

مالتول الإيثايل ethyl maltol

هو من معززات النكهة flavor enhancer هو والمالتول ويستخدمان فى المركبات الحلوة وعصائر الفواكه حيث يعطيان شعوراً بالنعومة smooth sensation فى الفم عندما يستخدمان بنسبة ٥٠٠ جزء فى المليون وعند إستخدامهما على مستويات أقل حوالى ٥٠ جزء فى المليون فإن تعزيز الحلاوة يمكن أن يتوازن مع إنخفاض محتوى السكر بحوالى ١٥٪. والمالتول يوجد فى كثير من المنتجات المحمصة كنتيجة لتفاعل الإسمرار browning reaction.

(Macrae)

ملح ميَود iodized salt

يستخدم الملح الميود كطريقة لمنع نقص اليود ومستوى إضافة اليود هو من ٠,٠٠٢٪ إلى ٠,٠٠٥٪ وفى الولايات المتحدة هو ٠,٠١٪ وهو لازم لأن يعطى إحتياج اليود اليومى من ١٥٠ ميكروجرام لكل شخص. وكان يأخذ فى الإعتبار مختلف أنواع الفقد الذى يحدث من وقت الإنتاج إلى نقطة الإستهلاك أى بين ٢٠ – ٦٠مجم لكل ١ كجم ملح ولكن فى أفريقيا نظراً لعوامل كثيرة مثل الرطوبة وإرتفاع درجة الحرارة والتعبئة غير الجيدة والتأخير فى النقل والبيع المفتوح للملح فيوصى بنسبة ١٠٠مجم لكل ١ كجم ملح لمنع أى إضطرابات من نقص اليود.

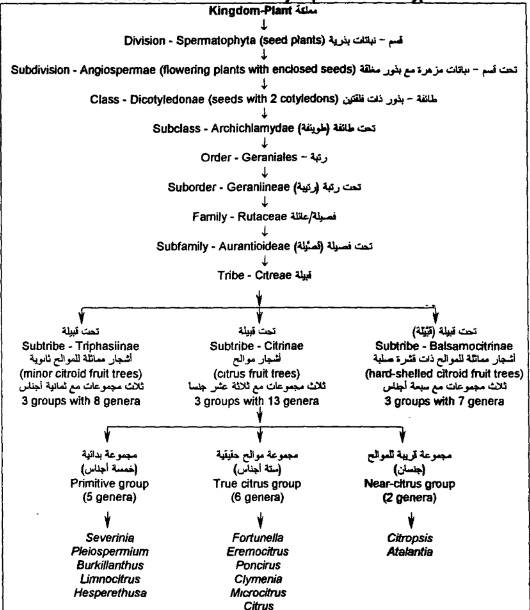
(Macrae)

مُلاحة، ج: مُلاح

citrus **موالح**

تقسيم أنماط الموالح المهمة تجارياً

Classification of commercially important citrus types



والأسماء: بالفرنسية agrumes (Jackson)

ملوخية/ملوكية Jew's mallow

الإسم العلمى *Corchorus olitorius*

الفصيلة/العائلة: الزيزفونية Tiliaceae (linden)

القرون طويلة ومدببة وبذرها يسبب الإسهال وهو شديد المرارة ويرجع ذلك إلى وجود مادة الكوركورمين ويحضر من الأوراق شوربة وهى تجفف وتجمد.

وتتكون من ٧٤,٢٪ ماء والجاف منها به ٢,٨٨٪ بروتين، ٢,٤٤٪ دهن، ١٠,٢١٪ ألياف، ١٦,٤٩٪ رماد. وكل ١٠٠جم بها ٣٩٣ مجم كالسيوم، ١٣٧ مجم فوسفور، ٢٥٨ وحدة دولية فيتامين أ، ١,٠٦ مجم حمض نيكوتينيك وبها مقادير جيدة من الألومنيوم والبوتاسيوم والصوديوم والمغنيسيوم والكبريت والكلور وفيتامين ج وتعطى ٨٠ سعراً.

وهى تكافح الإمساك وتحفظ الأغشية المعوية من الإلتهاب. (قدامة)

الأسماء: بالفرنسية mauve، وبالألمانية Pappilkrout /Malve، وبالإيطالية malva، وبالأسبانية morado. (Stobart)

المنجنيز manganese

وجد فى ١٩٣١ أن المنجنيز عامل أساسى حيث أن نقصه تسبب فى نمو فقير وتكاثر ضعيف فى القوارض.

الخواص الكيماوية والفيزيقية

يوجد المنجنيز فى الطبيعة على نطاق واسع فهو يكون ٠,١٪ من قشرة الأرض ويدخل فى عدد كبير من معقدات المعادن على هيئة أكسيدات وكبريتيدات وكربونات وسيليكات ويبلغ تركيزه فى الماء الأرضى مابين ١ ، ١٠٠ ميكروجرام/لتر مع معظم القيم أقل من ١٠٠ ميكروجرام/لتر. ونسبته فى الهواء فى غير الأماكن الملوثة تتراوح مابين ٠,٠٥ إلى ١٠٠ ميكروجرام/م^{3}.

وهو يمكن أن يوجد فى ١١ حالة أكسدة من -٣ إلى + ٧ مع أكثر التكافؤات +٢، +٤، +٧، التكافؤ +٢ هو الأكثر فى الأنظمة البيولوجية وأكثرها إمتصاصاً والتكافؤ +٤ يوجد فى م أ$_2$ والتكافؤ +٧ فى البرمنجنات.

الوجود

يبلغ تركيز المنجنيز فى الأغذية من ٠,٤ ميكروجرام/جم (لحم ، دواجن ، سمك) إلى ٢٠ ميكروجرام/جم (المكسرات، الحبوب، و الفواكه المجففة) والشاى يحتوى على ٣٠٠ - ٩٠٠ ميكروجرام/جرام. ولكن وجود التانين الذى يربط المنجنيز يقلل من كمياته. وكذلك الحبوب يوجد بها الفيتات وتؤدى نفس العمل ومع الفيتات الألياف. ولكن اللحم رغم إحتوائه على تركيزات منخفضة من المنجنيز إلا أن إمتصاصه والإحتفاظ به عالٍ مما يجعل اللحم مصدراً جيداً له.

الدور الفسيولوجى physiological role

يحتوى جسم الإنسان المتوسط على ٢٠٠ - ٤٠٠ ميكرومول من المنجنيز وهو موزع بطريقة موحدة تقريبا فى الجسم ويميل إلى الإزدياد فى الأنسجة التى تحتوى السبحيات mitochondria وكذلك فى الشعر وفى التركيبات ذات الصبغات مثل الرتينا retina والجلد الغامق وحبيبات الميلانين. والعظم والكبد والبنكرياس والكلوة بها تركيزات أعلا منه (٢٠ - ٥٠ نانومول/جم) وفى المخ والقلب والرئة والعضلات هى أقل من ٢٠ نانومول/جم وفى الدم ٢٠٠ نانومول/جم وفى السيرم ٢٠ نانومول/جم وفى اللبن ١ ميكرومول/جم.

الإمتصاص والنقل absorption & transport

يعتقد أن الإمتصاص يحدث فى الأمعاء الصغيرة وكفائته منخفضة نسبيا ولايخضع للإستقرار المتجانس homeostasis ويبلغ فى الإنسان ٢-١٥٪ وهو أعلا فى حديثى الولادة عنه فى البالغين.

وتوجد علاقة بين الحديد والمنجنيز فإمتصاص المنجنيز يزداد فى نقص الحديد فى حيوانات التجارب والإنسان بينما كميات كبيرة من الحديد فى الغذاء يمكن أن تسرع من حدوث نقص فى المنجنيز ولكن الآلية غير معروفة.

والمنجنيز الداخل إلى الدم البابى portal blood من القناة الهضمية قد يبقى حرا أو يرتبط مع α_2- ماكروجلوبيولين الذى يؤخذ بعد ذلك بواسطة الكبد. وجزء صغير يؤكسد إلى م$^{٣+}$ ويرتبط بالترانسفيرين transferrin. والمنجنيز الداخل للكبد يأخذ إتجاها واحدا ويمر إلى واحد من خمس مجموعات pools واحد منها إلى الليسوزومات ويعتقد أنه ينتقل بعد ذلك إلى قنيات الصفراء canaliclus bile والثانى يرتبط بالسبحيات والثالث مع نواة الخلية والرابع يدخل إلى البروتينات المخلقة حديثا والخامس م$^{٢+}$ حر. والآلية التى تنقل ويؤخذ بهه المنجنيز فى الأنسجة غير الكبد غير معروفة. والترانسفيرين transferrin وهو أهم بروتين بلازما يربط المنجنيز. والمعلومات محدودة عن التنظيم الهرمونى لأيض المنجنيز.

الوظائف الكيموحيوية

biochemical functions

يدخل المنجنيز فى تركيب الإنزيمات المعدنية ويعمل كمنشط لإنزيمات أخرى. فدخل المنجنيز فى تركيب الأرجيناز وكربوكسيلاز البيروفات وديسميوتاز سوبر أكسيد المنجنيز (د.م.س.أ MnSOD) فالأرجيناز المسئول عن تكوين اليوريا يحتوى ٤ جزىء جرام mol م$^{٢+}$ لكل واحد جزىء جرام إنزيم. وكذلك يحتوى كربوكسيلاز البيروفات - وهو يحفز الخطوة الأولى فى تخليق الكربوايدات من البيروفات - يحتوى أيضا على ٤ جزىء جرام م$^{٢+}$ لكل جزىء جرام إنزيم. وديسميوتاز سوبر أكسيد المنجنيز يحفز عدم التناسق disproportionation أ$_{٢}$ إلى يد$_{٢}$أ$_{٢}$ و أ$_{٢}$.

وفى التفاعلات التى ينشطها المنجنيز فالمعدن قد يعمل بالإرتباط إما مباشرة إلى مادة التفاعل (مثل فى حالة أ.ثلا.ف ATP) أو مباشرة مع البروتين مما يغير من الهيئة. ويوجد عدد كبير من الإنزيمات المنشطة بالمنجنيز مثل الأيدرولازات والكينازات

ودى كربوكسيلازات والترانسفيرازات. وكثير من هذا التنشيط المعدنى غير متخصص فيمكن لأيونات معادن أخرى أن تحل محل م$^{++}$ كما فى حالة مخ مع العلم بأن الجليكوزيل ترانسفيرازات glycosyl transferases هى متخصصة بتنشيط المنجنيز.

وأيضاً ينشط المنجنيز إنزيم سينثتاز الجلوتامين glutamine synthetase وهو يوجد بتركيزات عالية فى المخ ويحفز التفاعل

ن يد٣ + جلوتامات + أ.ثلا.ف ←——

جلوتامين + أ.ثنا.ف + فو

نقص المنجنيز manganese deficiency

نقص المنجنيز تبين فى عدة أنواع منها الفئران والخنازير والماشية. وعلاماته نمو منقوص وتشوهات فى الهيكل وتكاثر متأخر وإختلال/رَنَح حركى ataxia وعيوب defects فى أيض الدهن والكربوايدرات.

فهو ينتج عن نقصه أطراف قصيرة وسميكة وإنحناء فى العمود الفقرى وإنتفاخ وكبر فى المفاصل. ويرجع ذلك إلى نقص فى نشاطات الجليكوسيل ترانسفيرازات glycosyltransferases وهى مسئولة عن تخليق السلاسل الجانبية لكبريتات الكوندرويتين chondroitin sulphate لجزيئات البروتيوجليكان proteoglycan. وفى الفئران البالغة يؤدى نقص المنجنيز إلى تثبيط كلا من نشاط بانية العظم osteoblast وناقضة العظم osteoclast.

وفى الحمل يؤدى نقص المنجنيز إلى أن المواليد تظهر تغيرات خِلقِية congenital ورَنَح حركى ataxia غير عكسى تتميز بعدم تناسق incoordination ونقص فى التوازن وإنكماش retraction للرأس. وهذا راجع إلى نقص فى تكون التركيب المكلس فى الأذن الداخلية المسئولة عن إنعكاسات الجسم الصحيحة الطبيعية. ووقف هذا التكون ينتج من نقص فى تخليق البروتيوجليكان نظراً للنشاط المنخفض للجليكوترانسفيرازات.

وفى الخنزير الهندى guinea pig يؤدى نقص المنجنيز قبل الولادة إلى مرض البنكرياس مما يجعل الحيوانات تظهر تعطيل النمو aplasia وقصور التكون hypoplasia لكل مكونات الخلايا. كما يتأثر تخليق الأنسولين وإفرازه.

والحيوانات التى تعانى من نقص شديد فى المنجنيز تظهر دهن كبدى عالى وإنخفاض فى الكوليسترول hypocholesterolaemia وإنخفاض فى الليبوبروتين عالى الكثافة (ل.ع.ك HDL).

وفى الإنسان دراسة واحدة بتغذية ذكور غذاء ينقصه المنجنيز لمدة ٣٩ يوماً أدى إلى تغيرات جلدية dermatitis مؤقتة وزيادة فى كالسيوم وفوسفور السيرم وزيادة فى نشاط الفوسفاتيز القلوى مما يقترح إعادة إمتصاص العظم. وهناك عدد من الأمراض مثل الصرع ومرض شراب القيقب البولى والفينيل كيتونيوريا وغيرها ترتبط بنقص المنجنيز.

ويوصى بإعطاء الأطفال ٠,٣ - ١,٠ مجم/يوم ، ١,٠ - ٣,٠ مجم/يوم للأطفال الأكبر و ٢,٠ - ٥,٠ مجم / يوم للأطفال أكبر من ذلك والمراهقين والبالغين.

سمية المنجنيز manganese toxicity

ترتبط سمية المنجنيز المزمنة بنقص الحديد مما ينتج عنه نقص فى إمتصاص الحديد بجانب نقص النمو وفقد الشهية وتغير فى وظيفة المخ.

وفى الإنسان تحدث أمراض فى النظام العصبى المركزى. ومعظم حالات سمية المنجنيز ذكرت لأشخاص معرضين لتركيزات عالية لمنجنيز الهواء (>٥ مجم/م³) وإن كانت تركيزات أقل من ١ مجم/م³ أدت إلى تأخير زمن التفاعل reaction time ونقص فى التوازن ونقص فى الذاكرة. وكذلك سمية المنجنيز نتجت عن أخذ إضافات للمنجنيز لعدة سنوات وكذلك لأشخاص أستهلكوا ماءاً يحتوى مستويات عالية من المنجنيز.

وسمية المنجنيز ذكرت حتى الآن فى البالغين ولكن الأطفال قد يكونوا معرضين كثيراً نظراً لعلو مقدرة الإمتصاص عندهم.

(Macrae)

المنجة/مانجو/انبج mango

الإسم العلمى	*Mangofera indica*
الفصيلة العائلة:	Anacardiaceae

بعض أوصاف

تصل الشجرة أحياناً إلى ٤٠ متراً أو أكثر وربما وصلت فى الإنتشار إلى نفس البعد. وهى كثيفة الإخضرار وأوراقها خضراء مستديمة ورديـة rosettes مكونة من أوراق رمحية جزؤها العريض فوق الوسط oblong-lanceolate (الأوراق). والأزهار محمرة أو صفراء لها شكل هرمى. وتتكون الثمار فى أواخر الربيع ووقت الحصاد من الصيف المبكر إلى الخريف لأن هناك أصنافاً مبكرة ومتوسطة ومتأخرة.

والثمار التى تعلق فى عناقيد على سيقان طويلة تختلف كثيراً فقد تكون مستديرة بيضية وفى شكل البيض أو الكلوة أو طويلة إهليلجية وكثيراً ماتكون مائلة oblique عند القاعدة وتتراوح فى الوزن من ١٥٠ - ٨٥٠ جم والجلد ناعم وجلدى ويختلف من أخضر فاتح إلى غامق أو كله أصفر إلى أصفر مع وردى أو بمبى أو أحمر براق أو غامق أو أرجوانى تقريباً وكثيراً مع نقاط صفراء عديدة.

والثمار الناضجة أروماتية أو تميل إلى التربنتين واللحم أصفر أو برتقالى عصيرى ورقيق ولها قوام ذائب ويكون أحياناً ليفياً فى الأصناف غير المحسنة. والنكهة المشابهة للخوخ إلى حد ما تختلف من تحت حمضية إلى حلوة وغنية ويانعة mellow وعادة راتنجية خفيفة ومقبولة. والبذرة الكبيرة نوعا لها دقن من الألياف والبذرة مسطحة ومتماسكة. وبعض الأصناف ذات اللحم الخالى من الألياف تقسم إلى ثمرة متحررة النواة freestone حيث تنفصل البذرة بسهولة من اللحم ولكن فى معظم المانجو يجب قطع اللحم من البذرة ولكن الذى يبقى متصلاً بألياف غطاء البذرة هو مميز ومحبوب. وحبة البذرة متماسكة ولكنها طرية

ونشوية ومأكلة. والشجرة تزرع فى كثير من أنحاء العالم ومنتشرة فى الحدائق.
وتتكاثر المانجو خضرياً بإستخدام البراعم أو التطعيم grafting ولا تتكاثر من البذور لأنها تتغير كثيراً.

المحصول والمناولة yield & handling

أشجار المانجو تعيش والمحصول يختلف حسب الصنف ولكن يزيد مع عمر المانجو والصنف المعتنى به يعطى ٢٠٠ - ٣٠٠ ثمرة/السنة فى العشر إلى العشرين سنة الأولى ثم يزداد المحصول إلى ضعف ذلك خلال ٢٠ - ٤٠ سنة التالية. ولكن بعد العشر السنين الأولى للمانجو تحمل بغير إنتظام فتعطى محصول جيداً فى سنة ومحصولاً خفيفاً فى السنة التالية وبعض الأفرع قد تحمل سنة وأفرع أخرى تحمل السنة التالية والحمل يتأثر كثيراً بالظروف الجوية.

والمانجو تقطف وهى كاملة النضج mature ولكن تكون غير ناضجة تماماً ويسمح لها بأن تطرى على درجة حرارة الغرفة وذلك للإستخدام المنزلى ولكن للتسويق التجارى فإنها تحصد مبكراً عن ذلك. وبعض الأصناف تعامل بالإيثيلين للحصول على لون موحد. وعلى أى حال فالفاكهة يجب أن تغسل مباشرة لإزالة العصير الصمغى الذى ينتج من الساق والا فإنه "يحرق" الجلد مما ينتج عنه بقع سوداء تؤدى إلى الفساد.

والمانجو كاملة النضج تعيش لمدة أيام فى الثلاجة المنزلية ويمكن تجميدها للإستخدام فيما بعد ولكن يجب أكلها مباشرة بعد التيع. ولحم المانجو المشقوق المحفوظ فى شراب سكرى مع بعض عصير ليمون البنزهير لمنع التلون يمكن تجميده بسهولة فى أكياس بلاستيك مانعة للتسرب.

وتختلف القيمة الحفظية مع الصنف ويحتاج كل صنف إلى ظروف تخزين تعرف بالتجربة وكل المانجو معرضة لأذى البرودة وهذا يحدث فى التخزين تحت ١٥ °م. ويؤخر الفساد أو ينقص بغمر المانجو قبل التخزين فى ماء ساخن أو محلول من أيدرازيد الماليك maleic hydrazide أو بينوميل benomyl أو كلوريد الكالسيوم. وتعمل أكياس البلاستيك على منع فقد الوزن ولكنها لاتؤخر الفساد. أما التشميع waxing فهو جيد فى منع النضج ولكن له التأثير غير المرغوب فى منع التلون الكامل.

الإستخدام

المانجو متحررة النواة freestone يمكن قطعها خلال البذرة ثم يفصل النصفان أما الأخرى فتقطع بعد التقشير وتعمل شرائح للإستخدام فى الجيلاتى أو مهزوز اللبن milk shake أو فى حشو الفطائر وغير ذلك. والمانجو الليفية يعمل فيها خروم ويُمص العصير ولكن هذه يجب ألا تجرى بواسطة أى شخص يتأثر بالقشر.

أما المانجو المتساقطة فتقشر وتعمل شرائح وتطبخ لإستخدامها فى فطيرة تشبه فطيرة التفاح كبديل له. وقد تطبخ فى صلصة أو مع لب التمر هندى وتوابل لتحضير شتنى chutne المانجو الخضراء. وفى الهند فالشرائح الرقيقة من المانجو غير

الناضجة ينشر عليها الكركم ثم تجفف وتعمل مسحوقاً لإستخدامها فى التنكية.

ويعلب فى أمريكا اللاتينية نكتار المانجو والمانجو الناضجة تقشر ويزال البذر وتقسم نصفين أو تعمل شرائح ونفس الشيء يحدث فى جنوب شرق آسيا ولكن يجب الإنتباه لداخل العلبة المعدنى لتجنب النكهات غير المرغوبة والفساد.

وفى الهند اللب العصيرى من المانجو الناضجة زائدة الألياف يصفى ويجفف ويستخدم كرقائق حبوب cereal flakes. كما توصل إلى مسحوق عصير المانجو فى الفلبين. وفى كندا تمكن العلماء من تجفيفها بالتناضح كما أنها تجفف شمسياً فى البلاد النامية.

وفى الهند قشر المانجو وجد أنه مصدر جيد للبكتين مساو لذلك الآتى من التفاح. وحبة البذرة تحتوى ١١٪ دهن والنشا المتبقى يمكن إستخدامه كذلك.

القيمة الغذائية food values

تختلف نسب السكر (سكروز وجلوكوز وفركتوز) وكذلك الأحماض مع الصنف والسكر الكلى قد يكون ١١,٢٠ – ١٦,٨٪ وتبلغ نسبة حمض الاسكوربيك ٤١,٨ – ١٧٢,٠مجم/١٠٠جم ولكن فى الهند فإن حمض لاسكوربيك يبلغ ١٣مجم/١٠٠جم والكاروتين يتراوح مابين ٠,٢٨٣ إلى ١,٨٧٢مجم/١٠٠جم والمانجو مصدر فقير فى الكالسيوم والفوسفور والحديد (الجدول ١).

جدول (١): القيم الغذائية للمانجو (خام مع فقد قدره ٣٠٠جم).

المغذى	الكمية المتوسطة / كجم مأكلة	المغذى	الكمية المتوسطة / كجم مأكلة
تقريبى (جم)		فيتامين ب٦	١,٣٤
الماء	٨١٧,١	فولاسين	–
طاقة (سعر)	٦٥٠	فيتامين ب١٢	صفر
(كيلوجول)	٢٧٣٠	فيتامين أ (ريتينول)	٣٨٩
بروتين (٦,٢٥×ن)	٥,١	(وحدات دولية)	٣٨٩٤
الدهن	٢,٧	أحماض أمينية (جم)	
كربوايدرات	١٧٠,٠	تربتوفان	٠,٠٨٠
الألياف	٨,٤	ثريونين	٠,١٩٠
الرماد	٥,٠	ايزولوسين	٠,١٨٠
المعادن (مجم)		لوسين	٠,٣١٠
كالسيوم	١٠٠	ليسين	٠,٤١٠
حديد	١,٣٠	ميثيونين	٠,٠٥٠
مغنيسيوم	٩٠	سيستين	–
فوسفور	١١٠	فينيل ألانين	٠,١٧٠
بوتاسيوم	١٥٦٠	تيروسين	٠,١٠٠
صوديوم	٢٠	فالين	٠,٢٦٠
زنك/خارصين	٠,٤٠	أرجنين	٠,١٩٠
نحاس	١,١٠	هستيدين	٠,١٢٠
منجنيز	٠,٢٧	الانين	٠,٥١٠
الفيتامينات (مجم)		حمض الاسبارتيك	٠,٤٢٠
حمض الاسكوربيك	٢٧٧,٠	حمض جلوتاميك	٠,٦٠٠
α-توكوفيرول	١١,٢	جلوسين	٠,٢١٠
ثيامين	٠,٥٨	برولين	٠,١٨٠
ريبوفلافين	٠,٥٧	سيرين	٠,٢٢٠
نياسين	٥,٨٤		
حمض البانتوثينيك	١,٦٠		

تابع: جدول (١)

المغذى	الكمية المتوسطة / كجم مأكلة	المغذى	الكمية المتوسطة / كجم مأكلة
دهن (جم)		١:١٨	٠,٥٤٠
أحماض دهنية		١:٢٠	-
مشبع (كلى)	٠,٦٦٠	١:٢٢	-
٤:صفر	-	عديدة عدم التشبع	
٦:صفر	-	(كلى)	٠,٥١٠
٨:صفر	-	٢:١٨	٠,١٤٠
١٠:صفر	-	٣:١٨	٠,٣٧٠
١٢:صفر	٠,٠١٠	٤:١٨	-
١٤:صفر	٠,٠٩٠	٤:٢٠	-
١٦:صفر	٠,٥٢٠	٥:٢٠	-
١٨:صفر	٠,٠٣٠	٥:٢٢	-
وحيدة عدم التشبع		٦:٢٢	-
كلى	١,٠١٠	كوليسترول	صفر
١:١٦	٠,٤٨٠	فيتوستيرولات	-

(Macrae)

السمية

نظراً لأن المانجو تنتمى لعائلة Anacardiaceae ومنها نباتات سامة كثيرة مثل ساق السم poison ivy وغيرها التى تسبب أمراضاً جلدية فإن من يتناول المانجو بكثرة يتعرض لبعض هذه الأمراض ولذا يجب أن يلبسوا قفازات.

والعصير الخلوى/النسغ للشجرة يضايق وكذلك عصير ساق الفاكهة ولدرجة أقل القشر خاصة قبل النضج الكامل. وعندما تكون شجرة المانجو فى أزهارها الكامل فإنها لاتنثر أى حبوب لقاح فى الهواء ولكن الأزهار تعطى مادة كيماوية تضايق irritant وتسبب مضايقة للأذن وإنتفاخ جفون العيون ومضايقات فى التنفس. (Macrae)

الأسماء: بالفرنسية mangue، وبالألمانية der Mangobaum ، die Mangopflanze.

مندرين/يوسفى mandarintangerine

الفصيلة/العائلة: السذابية Rutaceae

يمكن تقسيم مجموعة المندرين مع الهجين المرتبط بها إلى أربعة أقسام وبعض هذه الأقسام تحتوى عدداً كبيراً من تحت المجموعات والأصناف:

١- يوسفى/مندرين الساتسوما satsuma
Citrus unshiu Marcovitth

٢- ملك اليوسفى/المندرين
C nobilis Laureiro

٣- يوسفى البحر الأبيض المتوسط
C deliciosa Tenore

٤- اليوسفى العادى *C. reticulata* Blanco

ويشمل الكليمانتين ومجموعة هجينين وله أصناف تجارية فى العالم مثل التانجور tangors وهذه هجين لليوسفى والبرتقال بينما التانجيلو هجين لليوسفى والجريب فروت/تمر الجنة أو اليوبيلو. (Macrae)

ويتميز عن البرتقال بقشرته التى تمسك بتفكك بدلاً من كونها تمسك جداً على اللحم الداخلى. وهو شجرة صغيرة شائكة مع رأس كثيف وأفرع رفيعة. ولها أوراق لامعة بيضية إلى رمحية ١,٥ بوصة فى الطول وأحياناً مسننة خفيفاً وسيقان تكاد تكون

مجنحة. والأزهار أصغر من تلك في البرتقال والثمار كروية مسطحة، ٢ - ٣ بوصة في القطر وهي تتحمل عن البرتقال.

والهجين بين *C reticulata* وثمار الجنة/جريب فروت وتسمى *C. tangelo* لها ثمار أصغر وأحلى من الجريب فروت مع قشر مفكك ويزال بسهولة.
(Everett)

منسل، نظام ألوان
Mensell color system

أنظر: لون

منيهوت حلو
sweet manioc / cassava

منيهوت مر
tapioca plant / bitte cassava

أنظر: كاسافا

المن

للمن أنواع ثلاثة: من ربيعي، من عام، ومن دسم ولكل نوع شكل خاص ولون خاص وطعم يختلف عن غيره وإن كانت كلها تشترك في المادة السكرية carrion الموجودة في الأنواع الثلاثة بنسب متباينة.

ويجنى المن مرة كل يومين ويسيل من الشجرة من وسط النهار إلى المساء وهو سائل صافٍ ثم يتجمد ولايجمع إما في الصباح ليرطب ليلاً وفي أوقات المطر والضباب لايسيل المن. ويصنع منه أقراص ومربيات.

ويتركب من: السكر والماء والمانيت (غير قابل للذوبان) وراتنج وجوهر لعابي وحمض آلي ورماد ومادة أزوتية وتختلف النسب في أنواع المن الثلاثة.

وهو يذوب في الكحول ويرسب بالتبريد ويصبح كتلة متبلرة شديدة البياض إسفنجية وهو مسهل ويفيد في الحميات وفي إدرار البول والإلتهابات البطنية والمعوية والنزلات وغيرها.

وهو يؤخذ مع الماء البارد أو اللبن.

ويصنع منه معجون من ١٦جم منه ومثلها من السكر والماء المقطر مع الشمار، ٨ جم من دهن اللوز. ويصنع شراب من ٤٨جم من وجزء من الشمار والزنجبيل، ١٧٦ جم سكر، ١٩٢ جم ماء. ويصنع أقراص من ٢٠جم من، ٤٠ جم سكر وتعجن بصمغ الكثيراء (العربي) بماء زهر البرتقال. (قدامة)

الموز وموز الجنة
banana and plantains

الإسم العلمي	*Musa* spp
الفصيلةالعائلة: الموزية	Musaceae

الموز يشير إلى كل أعضاء جنس *Musa* بينما موز الجنة plantain هو جزء من هذا الجنس وله مجموعة جينية genome أ.أ.ب AAB وتتميز بلون برتقالي + أصفر للزهرة ولون اللب عند النضج. وعند النضج توجد نسبة مرتفعة نسبياً من النشا (١٠ ٢٥٪ من الوزن الطازج) في اللب. والثمار رفيعة ذات زاوية إلى مدببة وعادة لاتصبح مستساغة إلا بعد الطبخ.

بعض أوصاف

يصلح الموز وموز الجنة فى الأماكن الدافئة مع أمطار عالية ومدى درجات الحرارة الملائمة هو ٢٢-٣١°م ويحدث ضرر البرد عندما يتجمع النَّسَل latex على درجات حرارة أقل من ١٣°م.

الأصناف

الصورة (١) تعطى تقسيم أصناف الموز. وكل أصناف الموز المأكلة تتبع قسم الإيوموزا Eumusa من جنس الـ *Musa* فيما عدا موز الفاى Féi وهو يوجد فى منطقة الباسفيكى ويتبع قسم أستراليموزا Australımusa. ويتميز موز الفاى Féi بعناقيد مستقيمة erect bunches ونسغ/عصير خلوى وردى-أحمر ولب برتقالى مرغى slimy ويتطلب الطبخ. وأكل موز الفاى Féi يغير من لون البول إلى الوردى.

والموز المأكلة هو وموز الجنة الذين ينتميان إلى قسم الأيوموزا يعتقد أنها تحتوى مجموعات جينية genomes من نوعين بريين *M. aeumınata* (A أ)، *M balbısıana* (B ب). ومعظم الموز المزروع ثلاثى الصبغيات triploıd وتقسم تبعاً لخصائص تقدر بمساهمة النوعين الإبويين ولأن التسمية ألثنائية للأبوين للأصناف المأكلة مثل

M cavendishii cultıvar (cv) Wıllıams

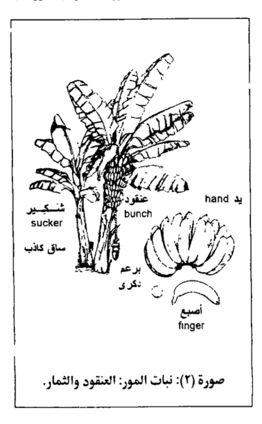
أثبتت غير مرضية فإنها يشار إليها على سبيل المثال

Musa sp cv. Williams
(AAA group, Cavendish subgroup)

مجموعة أ.أ.أ تحت مجموعة كافنديش صنف variety ويليامز. وهناك ٢٠٠ - ٥٠٠ صنف للموز وموز الجنة. والموز المصدر يأتى تماماً من تحت المجموعة كافنديش Cavendish.

الشكل الخارجى للثمرة وتشريحها
fruit morphology & anatomy

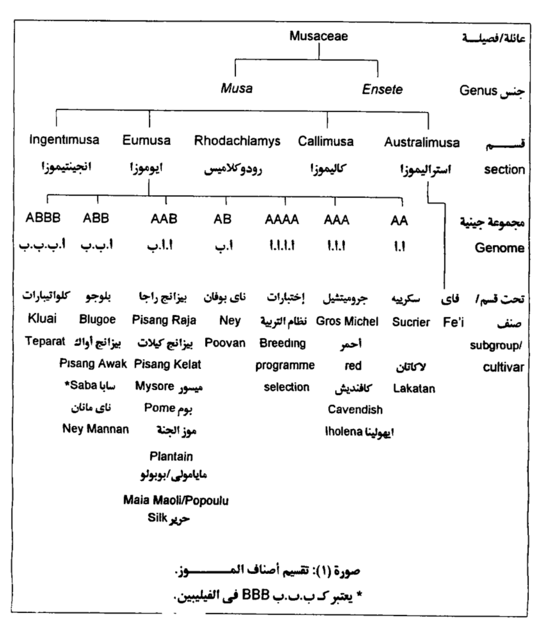
نبات الموز عشب معمر كبير يشبه الشجر مع ريزوم قاعدى وساق كاذب يتكون من أغلفة أوراق leaf sheaths وتاج نهائى من أوراق كبيرة (الصورة ٢).



صورة (٢): نبات الموز: العنقود والثمار.

والنورة النهائية تبتدىء قرب الأرض ثم تدفع إلى أعلا خلال الساق الكاذب بواسطة تطويل للساق الحقيقى. وعناقيد الأزهار (الأيدى hands) أنثى وتكون عنقود الثمار. وعناقيد الأزهار البعيدة ذكر ولاتعطى ثماراً وعادة تقع.

وعناقيد الموز بها واحد إلى ٢٠ يد hand وتأخذ من ٢ – ٦ أشهر لتصل إلى النضج. والعناقيد معلقة أو تحت أفقية وتزن من ١٠ – ٦٠ كجم والثمار الوحيدة (الأصابع) يمكن أن يصل عددها إلى ٣٠٠ على العنقود. والأصابع من الأصناف المختلفة يمكن أن تكون من ٦ – ٦٠سم في الطول وتزن من ٥٠ إلى ١٠٠٠جم ولكنها عادة ١٥ – ٣٠سم وتزن من ٥٠ – ٢٠٠جم. والمنحنى الذى يرى فى الثمار يتسبب من إستجابة نمو سالبة متأثرة بالجاذبية. والموز غير الناضج عادة أخضر وعند النضج يتحول إلى اللون الأصفر. والثمار الصغيرة ذات زاوية ولكن هذا يختفى مع النضج فى أ.أ.أ AAA بينما أصناف أ.أ.ب AAB، و أ.ب.ب ABB قد تبقى ذات زاوية عند النضج.



صورة (١): تقسيم أصناف المـــــــوز.

* يعتبر كـ ب.ب.ب BBB فى الفيليبين.

والثمرة تنتج من المبيض الأسفل inferior للزهرة الأنثـــى بـــدون تنشـــيط مـــن تلقيـــح (parthenocarpic). والمبيـض ينكمـش مبكـراً ولكن قد يوجد على هيئـة بقعـة بنيـة فـى الجـزء الأوسط للثمرة الناضجة. ومعظم الأصناف عقيمة أو لها إخصاب منخفض جداً. وإذا كان هناك مصدر لحبوب اللقاح مثل أنواع برية وكان قريباً فإن بعض الأصناف تعقد بذوراً صلبة وغامقة حوالى ٣-٥مم فى القطر. وهذه تسبب متاعب للمستهلك ولذا فإنه من حسن الحظ أن البذور نادرة جداً.

وفى الثمرة النامية فإن نسبة اللب : القشرة تختلف من ١ : ١ إلى ٤ : ١ تبعاً للصنـف وطـور النضـج. وعدما تنضج الثمـرة فإن نسبة اللب : القشر تزداد جزئياً كنتيجة لحركة المـاء من القشر إلى اللب مع زيادة ضغط التناضح فى اللب نتيجة لحلمأة النشا.

القيمة الغذائية

الموز الناضج كعُقْبَة يعتبر غذاءاً كاملاً إذا أخذ مع بروتين كاللبن. وهو يصلح للأطفال وكبار السن لسـهولة الهضـم وكونـها مغذيـة وكذلـك يصلـح للأشخاص المرضى بالمعدة خاصة أصحاب القرح. كما أنه غذاء منخفض فى الكوليسترول والدهـن وأملاح الصوديـوم. وتبلـغ نسـبة البوتاسـيوم ٣٥٠ مجم/١٠٠جم لب (الجدول ١). كما أنها تصلح مع كثير من الأمراض. كمـا أنها مصادر جيدة لفيتامين ج ، ب، ومن أهم مزايـاه إرتفـاع نسـبة السـكر إلى الحمض ١٠٠ : ١٨٠ بالنسبة لـ ٧ : ١٠ للموالح. وهو يصلح للرياضيين علماً بأن السكريات الموجودة هى جلوكوز : فركتوز : سكروز بنسبة ٢٠ : ١٥ : ٦٥.

ورائحة المـوز عزل منها ٣٥٠ مركبا طيـارا وأهمـها أسترات الإيمـايل والأيزوايمـايل لأحمـاض الخليك والبروبيونيك والبيوتريك.

وأهم إختلافات الموز وموز الجنة هى: ١- سبب أقل للرطوبة فى لب موز الجنة الأخضر عن الموز الناضج (جدول ١). ٢- نسبة سكر أقل فى مور الجنة الناضج عن الموز الناضج.

مناولة الثمار الطازجة والتخزين

تختلف هذه المناولـة بـإختلاف البلـد وإذا كـانت الثمـار ستعد للتصديـر. والمـوز يتحمـل أكـثر وهـو أخضر وجامد hard ويلزم أن تصل الثمار إلى مكان التسويق فى هذه الحالة حتى يمكن إنضاجها على صورة موحدة بواسطة غاز الإيثيلين ١٠٠٠مجم/لتر فى غرف مرطبـة علـى ١٥ – ١٨°م. والثمـار تـأخذ عـدة أيـام إلى ثلاثـة أسـابيع للوصـول إلى مكـان التسويق ولذا يلزم لها حيـاة خضـراء كافيـة وهـى المدة بعد الحصاد التى تبقـى فيها الثمار فى حالة خضراء جامدة. وكلما بدَّر المرء فى حصاد الثمار كلما كـانت مدة الحياه الخضراء أطـول ولكن أى كسب فى الحياه الخضراء لابد وأن يوزن ضد الفقد فى وزن العناقيد (٥ – ١٠٪ فى الأسبوع). والعنقـود الذى يبقى فى الحقل ٥ أشهر بعد ظهوره يمكن حصاده وإنضاجه فى ١٠ أسابيع (نسبة لب:قشر ١:١) حيث تكون الأصابع لازالت رفيعة. وكلما زاد نضج الثمـار كلمـا زاد اللـب المأكلـة وربمـا أيضـاً زادت النكهة.

جدول (١): تكوين الموز الناضج وموز الجنة غير ناضج لكل ١٠٠ جم من الأجزاء المأكلة.

التحليل التقريبى جم)			المحتوى المعدنى (جم)			محتوى الفيتامينات		
المكون	موز الجنة	الموز	المعدن	موز الجنة	الموز	الفيتامين	موز الجنة	الموز
ماء	٦٧,٥	٧٠.٧	صوديوم	٤	١	ريتينول (ميكروجرام)	صفر	صفر
سكريات	٥,٧	١٦,٢	بوتاسيوم	٥٠٠	٣٥٠	كاروتين (ميكروجرام)	٣٦٠	٢٠٠
نشا	٢٣,٧	٣,٠	كالسيوم	٩	٧	فيتامين د (ميكروجرام)	صفر	صفر
ألياف غذائية	٢,٣	٣,٤	مغنيسيوم	٣٧	٤٢	ثيامين (مجم)	٠,١	٠,٠٤
النتروجين الكلى	٠,١٨	٠,١٨	فسفور	٣٦	٢٨	ريبوفلافين (مجم)	٠,٠٥	٠,٠٧
بروتين	١,١	١,١	حديد	٠,٥	٠,٤	حمض نيكوتينيك (مجم)	٠,٧	٠,٦
دهن	٠,٣	٠,٣	نحاس	٠,٠٨	٠,١٦	فيتامين هـ (ئى) (مجم)	٠,٢	٠,٢
رماد	٠,٩	٠,٨	خارصين	٠,١	٠,٢	فيتامين ب$_{٦}$ (مجم)	٠,٣	٠,٥١
			كبريت	١٥	١٣	فيتامين ب$_{١٢}$ (ميكروجرام)	صفر	صفر
			كلور	٨٠	٧٩	فولات (ميكروجرام)	٢٢	٢٢
						حمض بانتوثينيك (مجم)	٠,٢٦	٠,٢٦
						حمض اسكوربيك (مجم)	١٥	١٠

ويستخدم قطر الأصبع وعمر العنقود ودرجة إكتمال الثمار (فَقْد وجود زوايا) كعلامات للحصاد. ولتقليل خطر النضج المبكر بعد الحصاد من المهم أن تحفظ الثمار باردة بقدر الإمكان (ولكن أعلا من ١٣°م لمنع ضرر البرودة) وألا تتعرض للضوء من غير ضرورة.

وتحصد عناقيد الموز باليد وتنقل إلى حاملات بالكابل cable ways أو حاملات مبطنة ويحتفظ بالغطاء اللدائنى المعروف باسم غطاء العنقود bunch cover والذى يستخدم مع العناقيد الصغيرة لتحسين جودة الثمار وذلك لتقليل أى ضرر ميكانيكى أثناء المناولة. فى السقيفة shed التعبئة تنقل العناقيد إلى تنكات بها ماء وتفرز وتدرج وتقسم إلى ٤ - ١٠ أصابع وتوزن وتروشم وتعبأ فى كرتونات بها بطانة لدائنية وقد يحتوى الماء على مطهر ضد الفطر لإنقاص الفطر. والكرتونات تحتوى ١٢ - ١٨ كجم ثم تنقل بعد ذلك فى حاويات مبردة إلى مكان التسويق.

ويستهلك الموز خلال ٣-٤ أسابيع من وقت الحصاد. ويمكن تعطيل بدء الإنضاج لعدة أسابيع بإستخدام تخزين معدل الجو مع نسبة ك أ$_{٢}$ عالية (٥٪) وأكسجين منخفضة (٢٪) مع التخلص من الإيثيلين بواسطة برمنجنات البوتاسيوم متلاً. وبنضج الثمار فإن عمر الرف لها قصير نسبياً فهو

حوالى ٢- ١٠ أيام تبعاً للصف ودرجة الحراره المحيطة. وكون الموز كثير الفساد يرتبط بأيضه المرتفع فمعدل التنفس أثناء الفترة الحرجة climacteric هو ١٠٠ - ١٨٠ مل من الأكسجين لكل كجم من الثمار لكل ساعة وهو حوالى ٤٠ - ٦٠ مل وهو أخضر بيما هو ٦ - ٤٠ مل الأكسجين/ كجم/ساعة للنعناع والكمثرى عند درجات الحرارة المماثلة. ودرجات الحرارة الأقل تقلل معدل الأيض ولكن يجب تجنب درجة حرارة ١٣ °م لتجنب ضرر البرودة.

إستخدام الثمار

حوالى نصف الموز ومور الجنة يؤكل كعُقْبَة والنصف الآخر يطبخ عادة بالتحمير أو القلى أو التحميص أو الخبيز. ويمكن أن يصنع من الثمار التى لاتصلح للتسويق هريس purée الذى يعلب ويستخدم فى عُقْبَة الألبان أو فى الخبيز أو المشروبات والصلصة والأغذية المعاملة وكأجزاء من أغذية خاصة فى المستشفيات. والموز الناضج تصنع منه شرائح ويعلب فى شراب محمض ويستخدم فى العُقْبَة وسلطة الفواكه والخبيز وغيرها.

والشيبس chips تصنع بالتحمير العميق لشرائح الدقيق للثمار غير الناضجة. والموز الناضج يمكن تجفيفه ويعيش لمدة ١٠ سنوات ويرجع ذلك لإرتفاع نسبة السكر وهو يزيد عن ٥٠٪ كما يمكن أن يدخل فى المنتجات المجمدة والجيلاتى. كما يمكن عمل دقيق من الثمار غير الناضجة المجمدة كما يستخرج إسنس essence من لب الثمار الناضجة. كما يمكن تحضير بيرة منخفضة الكحول من الثمار الناضجة كما يصنع منه عصير رائق ومسحوق ومربى ورقائق وشرائح مجمدة ومالىء للكاتشب وخل ونبيذ.

والموز الأخضر والساق الكاذبة والأجزاء الخضراء تصلح كغذاء للحيوانات فهى تعطى مصدراً للطاقة وتحتاج إلى إضافة بروتين فقط. وكذلك الكورمات والبراعم الذكرية تستخدم كغذاء للحيوان فى آسيا وأفريقيا.

ويمتاز الموز بوجوده فى قشرة يسهل نزعها ولكنها تحفظ الثمرة صحياً.

(Macrae)

الأسماء: بالفرنسية (f) banane ، وبالألمانية die Banane.

موزة (سمك)	bague

أنظر: سمك

سمك موسى	sole

أنظر: سمك

المولبيدنم	molybdenum

وصف نقص المولبيدنم فى الإنسان قليل ولكن مريض يتناول غذاءه عن غير طريق الفم حصل له نقص فى المولبيدنم وقد زادت الحالة بإعطاء ميثيونين وتميزت بمثيونين عالٍ فى الدم وحمض يوريك منخفض فى الدم وحمض يوريك منخفض فى البول وكذلك إنخفاض الكبريتات فى البول. والمريض عانى من إضطرابات ذهنية ثم حدثت له غيبوبة. وإضافة موليبدات الأمونيوم حسنت الحالة

وعكست حالة الكبريتات وجعلت إنتاج حمض اليوريك عادياً.

والموليبدنم أحد العناصر النادرة rare ويدخل كعامل مساعد في بعض الإنزيمات التي تحفز الأدركسلة hydroxylation لعدد من مواد التفاعل. فأكسيداز الألدهايد يؤكسد ويعمل على إزالة سمية مختلفة البيريميدينات والبيورينات والتيريدينات pteridines والمركبات المرتبطة. وأكسيداز أو ديهيدروجيناز الزانثين يحفز تحويل الهيبوزانثين إلى زانثين والزانثين إلى حمض يوريك وأكسيداز الكبريتيت يحفز تحول الكبريتيت إلى كبريتات. والموليبدنم يوجد في الجسم بمقدار ١٠مجم وربما إحتاجه الجسم بمقدار ٧٥-٢٥٠ميكروجرام في اليوم. والمصادر الغذائية هي الحبوب واللبن ومنتجاته والخضر وأعضاء اللحم والبقول.

(Macrae)

مُونَسْيترة لذيذة — ceriman, delicious

الإسم العلمي — *Monestera deliciosa*

الفصيلة/العائلة: قُلْقَاسِيَات/مُوميات — Araceae

بعض أوصاف

تتسلق طويلاً الأشجار ولها جذور معلقة. أوراقها مخرمة. والطَلْع spadix المخروطي الشكل هو الثمرة حوالي ١٢ - ٢٥سم في الطول وتؤكل أحياناً ولكن يجب أن يكون ذلك بعد تمام النضج لأن الثمار غير الناضجة تحتوي بلورات تضايق الفم.

(Vaughan)

ماه

ماء/بالول/بلال — water

أنظر: بالول/بلال

ماح

الماح/المح/صفار البيض — egg yolk

أنظر: بيض

مياس — blue fish

أنظر: سمك

ميروسين — myrosin

أنظر: جلوسينالات

ميوجلوبين — myoglobin

يلعب اللون دوراً رئيسياً في تقبل اللحم حيث يربط المستهلك بين طزاجة اللحم ولونه. وصبغات اللحم التي تساهم في لونه هي الميوجلوبين والهيموجلوبين ويمثل الميوجلوبين ٨٠ - ٩٠٪ من صبغات اللحم مع الهيموجلوبين والصبغات الأقل مثل الكتالاز catalase والسيتوكروم cytochrome تساهم بالباقي. وكلاً من الميوجلوبين والهيموجلوبين تعمل في نقل الأكسجين في الحيوان الحي ويوجد الهيموجلوبين في الدم وينقل الأكسجين من الرئتين إلى الخلايا أما الميوجلوبين فيوجد من خلايا العضل ويربط الأكسجين في خلايا العضل لإستخدامه في أيض الخلية. وكمية الميوجلوبين

والطور الكيماوى لـه عـدد موقـع ربـط الأكسـجين عوامل هامة فى تحديد لون اللحم

تركيز الميوجلوبين

تركيز الميوجلوبين فى العضل يؤثر على اللون فالأنواع ذات اللون الأحمر الغامق مثل لحم البقر والحمل بها تركيزات ميوجلوبين من ٤ - ١٠ مجم/جم من النسيج المبتل بينما الأنواع مثل الخنزير والدواجن (عضل الصدر) تحتوى ١-٣ مجم ميوجلوبين/جم نسيج مبتل.

كيمياء لون اللحم

يتكون الميوجلوبين من جزء بروتين كروى globular يرتبط بحلقة الهيم haem غير البروتينية. وتلعب حلقة الهيم الدور الهام حيث أن طور أكسدة الحديد و/أو المركب المتصل بالحديد عند موقع الربط الحر تؤثر على اللون النهائى. وتوجد ثلاث حالات للون تحددها حلقة الهيم والمركب المتصل وهى أكسى ميوجلوبين oxymyoglobin والميوجلوبين myoglobin والميتميوجلوبين metmyoglobin.

وحالات الإختزال توجد عادة فى اللحم مما يسبب أن يستخدم الأكسجين المتاح فى داخل العضل وعلى ذلك فالميوجلوبين يكون فى حالة إختزال والماء فقط هو المتصل بموقع الربط الحر وهذه الصبغة أرجوانية purple وتسمى ميوجلوبين.

وعندما يقطع اللحم الطازج ويعرض السطح للهواء فإن الميوجلوبين يرتبط بموقع الإتصال الحر وتتكون صبغة ثابتة نسبياً وهذه لونها أحمر براق bright red تعرف بالأكسى ميوجلوبين وهذا التغير من ميوجلوبين فى اللحم المقطوع الطازج إلى اللون الأحمر البراق المؤكسجن oxygenated للأكسى ميوجلوبين يعرف باللمعان bloom.

وعندما يتأكسد حديد حلقة الهيم من حديدوز إلى حديديك يصبح لون الصبغة بنياً brown وتعرف بإسم الميتميوجلوبين. وللحم الطازج مقدرة إختزالية تعرف بإسم القدرة الإختزالية للميتميوجلوبين (ق.خ.م MRA) وهذه عادة تمنع تراكم الميتميوجلوبين. ولأن نشاط ق.خ.م MRA ينقص مع التخزين فإن تكون هذه الصبغة يرتبط عادة باللحم الذى تم تخزينه لمدة طويلة. ولكن أكسدة حديد الهيم تحدث تحت ظروف إنخفاض ضغط الأكسجين الجزئى.

وتأثير ضغط الأكسجين الجزئى على اللون يمكن أن يظهر فى قطعيات اللحم. فأنظمة الإنزيمات فى اللحم تستخدم الأكسجين بإستمرار والإحتفاظ باللون الأحمر البراق على سطح اللحم يتطلب وجود الأكسجين بإستمرار وكلما إنتشر الأكسجين من سطح اللحم إلى الداخل فإن ضغط الأكسجين يقل وهذا التدرج من مستويات الأكسجين الجوية إلى أكسجين منخفض جداً أو معدوم فى الداخل يخلق أيضاً تدرجاً فى اللون فى اللحم. والسطح له لون صبغة الأكسى ميوجلوبين الأحمر البراق والطبقة التالية للسطح هى الميتميوجلوبين البنى والداخل هو الميوجلوبين الأرجوانى.

ويمكن أن تحدث تطورات غير مرغوبة فى اللحم وهناك ظروف غير مرغوبة معروفة عند المشتغلين باللحوم وهما إثنان : ب.ن.ن PSE (باهت، ناعم،

ناضج pale, soft and exudative)، غ.م.ج DFD (غامق، متماسك، جاف dark, firm and dry). ففي ب.ن.ن PSEيلاحظ لـون بـاهت لأن سطح اللحم مـائي وإنعكـاس الضـوء وشـدة اللـون يقلان. وفي لحم غ.م.ج DFD فإن إمتصاص اللـون يزداد لأن الماء يرتبط جيداً وضوء أكثر يمتص فـي اللحم. وبالإضافة فإن ميوجلوبين أقل يكـون فـي حالة الأكسي ميوجلوبين للحم غ.م.ج .
(Macrae)

---

myocin **ميوسين**

أنظر: أكتين



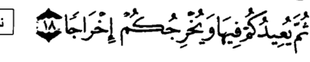

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

وَهُوَ الَّذِي أَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

الأنعام

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّن نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴿٥٣﴾

طـــه



وَاللَّهُ أَنبَتَكُم مِّنَ الْأَرْضِ نَبَاتًا ﴿١٧﴾

ثُمَّ يُعِيدُكُمْ فِيهَا وَيُخْرِجُكُمْ إِخْرَاجًا ﴿١٨﴾

نــوح





نازلي | hake

أنظر: سمك

نبت

نباتات غذائية | food plants

بعض أوصاف

فقيرة (ص ٢)	Achene
متبادل (ص ٣)	Alternate
متك/مئبر (ص ٢)	Anther
مضغوط	Appressed
بساسة	Aril
السفا (ص ٥)	Awn
إبطي (ص ٣)	Axillary
ريشية ثنائية (ص ٤)	Bipinnate
قُنَابَة (ص ٣)	Bract
قنابية	Bracteole
كأس (ص ٢)	Calyx
جويسي	Campanulate
كربلة	Carpel
بُرَة/حَبَة	Caryopsis
كورمة	Corm
تُوَيج (ص ٢)	Corolla
عِذَق (ص ١)	Corymb
مفرض/مسنن (ص ٣)	Crenate
مسيننة*	Crenulate
ساق الحشيش المزهرة	Culm
كُؤيس	Cupule
سمة (ص ١)	Cyme
(أ)	Decumbent
قنفاء	Decurrent
تفرع متساو (ص ١)	Dichotomous
زهيرات قرصية (ص ٢)	Disc Floret
ظهري	Dorsal
حَسَلَة/نووية (ص ٢)	Drupe
سُوَيْدَاء	Endosperm
عنقود مندمج	Fascicle
زُهَيْرَة	Floret
أجْرَد/أمْرَد	Glabrous
قُنْبُعة (ص ٥)	Glume
غير متفتح	Indehiscent
شكل/نظام الزهرة	Inflorescence
قُنَاب (ص ٣)	Involucre
زورق التويج (ص ٣)	Keel
رُمْحِيَة (ص ٤)	Lanceolate
عُقْدَة (ص ٣)	Node
مسطح (رمحي مقلوب) (ص ٤)	Oblanceolate
مِبْيَض (ص ٢)	Ovary
كفي الشكل/راحي (ص ٤)	Palmate
عَشْكُول (ص ١)	Panicle
فراشية (ص ٣)	Papilionaceous
مظلة/شعيرات ناشرة (ص ٢)	Pappus
كُمّ (ج. أكمام) (ص ٢)	Perianth
زنيب/عنق الورقة (ص ٣)	Petiole
ريشية (ص ٤)	Pinnate
شبه ريشية* (ص ٤)	Pinnatifid
أزغب	Pubescent
عنقود/راسيم* (ص ١)	Raceme
محور السنبلة/عنق/زند	Rachis
قرص الزهرة/تخت الزهرة (ص٢)	Receptacle
جذور/جنبار	Rhizome
خشن الملمس*	Scabrous
حاجز/غشاء فاصل	Septum
دقيق التسنن أمامي (ص ٣)	Serrulate
واطيء/مقعد	Sessile
خريدلية	Silicula
خردلية (ص ٢)	Siliqua
طَلْع (ص ١)	Spadix
كافور/كُفُرى (ص ١)	Spathe
سبلة/سبولة (ص ١)	Spike

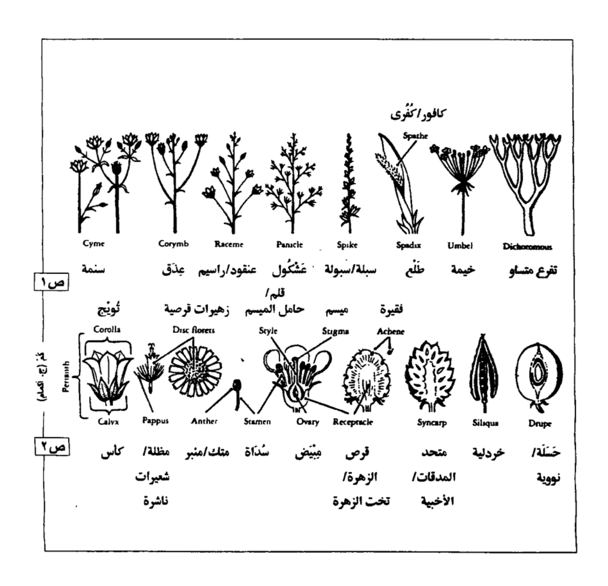
Spikelet	سُنَيبلة (ص ٥)
Spore	بُوغ
Stamen	سُدَاة (ص ٢)
Standard	بَتَلَة قمية* (ص ٣)
Stigma	ميسم (ص ٢)
Stipule	أذَنَة/زَنَمَة (ص ٣)
Style	قلم/حامل الميسم (ص ٢)
Syncarp	متحد المدقات الأيضية (ص ٢)

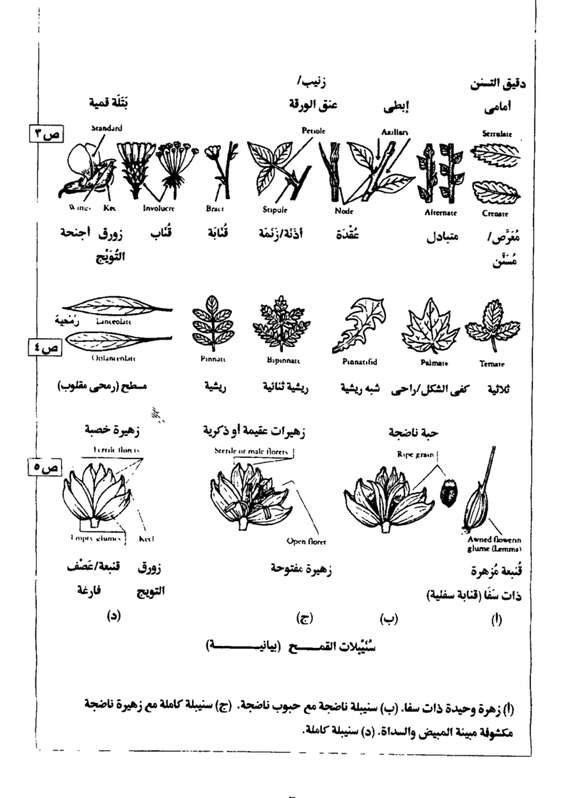
Ternate	ثلاثية* (ص ٤)
Tuber	درنة/عسقل
Umbel	خيمة (ص ١)
Valve	مصراع
Wings	أجنحة (ص ٣)

(أ): على الأرض والنهايات منحنية إلى أعلا

*: وضع حسين عثمان (المحرر)

(Vaughan)





سُنَيْبلات القمـــــح (بيانيـــــــــــة)

(ا) زهرة وحيدة ذات سفا. (ب) سنيبلة ناضجة مع حبوب ناضجة. (ج) سنيبلة كاملة مع زهيرة ناضجة مكشوفة مبينة المبيض والسداة. (د) سنيبلة كاملة.

بعض نباتات غذائية

ربما لم ترد فى الموسوعة

أقحوان الحَدائِق
garland chrysanthemum/ tangho/ shungika

الإسم العلمى
Chrysanthemum coronarium

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae

معروفة فى الشرقين الأدنى والأقصى والأوراق إما مفصصة أو مُشَرحَة تستخدم كخضار أو كسلطة. وهى تحتوى ٣٪ بروتين وكاروتينات وربما ٤٥مجم/١٠٠جم فيتامين ج وربما أحياناً الأوراق لها مذاق قوى. (Vaughan)

بعض النباتات البرية

بَرباريس barberry

الإسم العلمى *Berberis vulgaris*

الفصيلة/العائلة: برباريدية Berberidaceae

قد تم الإمتناع عن زراعتها لأنها تصاب بفطر الصدأ الأسود *Puccinia* الذى يصيب الحبوب. ولها عنبيات حمضية حمراء تكون جيللى بدون إضافة بكتين. وقد تم تقنيدها وتخليلها وتستخدم فى تزيين الموائد وهى شبه شائكة ١-٢م فى الإرتفاع وزهورها ثنائية الجنس/خنثى bisexual تحمل فى عناقيد متدلية يعقبها ثمار حمراء براقة.

إسفاناخ برى good King Henry

الإسم العلمى
Chenopodium bonus-henricus

الفصيلة/العائلة: سرمقيات Chenopodiaceae

كانت تزرع فى العصور الوسطى وعصر إليزابيث كخضار أخضر مثل الإسفاناخ والعائلة تضم السرمق/الإسفاناخ الرومى *Atriplex hortensis* ورجل الإوز البيضاء/رُكَب الجمل *Chenopodium album*.

وهذا العشب دائم ٣٠ - ٥٠سم فى الإرتفاع وله أوراق لحمية مثلثة فى شكل الرمح والميسم الطويل يبرز من الزهرة الخضراء الصغيرة. ويحتوى ٦٪ بروتين وفيتامين ب وكاروتين وفيتامين ج.

قُرّاص كبير stinging nettle

الإسم العلمى *Urtica dioica*

الفصيلة/العائلة: قُرَّاصِيَّات/أَلْجُرِيَّات
Urticaceae

القمم الصغيرة والتى تجمع عندما يكون إرتفاعها ١٥سم تستخدم كخضار عادة كهريس. أما الأوراق الأقدم فمذاقها مُرّ. وهو غنى فى فيتامين ج ٧٥مجم/١٠٠جم. ويستخدم فى عمل الشوربة وفى عمل بيرة وشاى. والعائلة كلها لها شعر لاسع. وهذا النبات دائم وأنصاله فى الأوراق السفلى أطول من سويقاتها. وتحمل الأزهار الخضراء المذكرة والمؤنثة على نباتات مختلفة أما القراص المحرق *Urtica urens* الأصغر فحَولى. وأنصال الأوراق

السفلى أقصر من سويقاتها. وهي وحيدة الشق unisexual حيث تحمل الأزهار المذكرة والمؤنثة على نفس النبات. (Vaughan)

من عائلة البطاطس الباذنجانية Solanaceae

كَرْز أرضي* ground cherry / husk tomato / strawberry tomato / or dwarf cape gooseberry

الإسم العلمي *Physalis pruinosa*

نبات حَوْلي مع فروع منتشرة تبلغ حوالي ١م في الطول. والأوراق على شكل القلب مسننة بضحالة لونها أخضر رمادي وهي صغيرة وعليها شعر ناعم ومقسمة وقسم أكبر من الآخر. وأزهارها صفراء حوالي ١سم في القطر. أما الثمرة فتبلغ ٢سم في العرض مستديرة عنبية صفراء يغطيها كأس في شكل القنديل بني فاتح. وهي حلوة حمضية قليلاً وتستخدم في المربى والجيللي والكعك المحشي بالمربى tart.

عنبية ذهبية* cape gooseberry / golden berry

الإسم العلمي *Physalis peruviana*

تشبه الكَرْز الأرضي ولكن لها أوراق متساوية في القاعدة وأزهارها أطول قليلاً وصفراء فاقعة والكأس (الثمرة) أو القشرة أثخن كثيراً وأكبر. وهي تؤكل طازجة وتستخدم في المربى والجيللي وتعلب وتستخدم في البتي فور petitsfours وتحتوي ١١٪ سكر ومعادن مع إرتفاع نسبة البوتاسيوم (٣٢٠مجم/١٠٠جم) ومحتوى عالٍ من الكاروتينات وفيتامينات ب وفيتامين ني و٤٩جم/١٠٠ فيتامين ج.

تُوماتيلو* tomatillo/jamberry

الإسم العلمي *Physalis ixocarpa*

هي نبات دائم perennial ولكن كثيراً ماينمي كحَولي وهو أقل في الشعر عن العنبية الذهبية ولها أوراق أصغر منها قد تكون مسننة أو لا والأزهار صفراء ٢سم في العرض وبها بقع بنية-أرجوانية. والثمرة كبيرة صفراء وأرجوانية وتملأ القشرة الخارجية تماماً. وتستخدم في الصلصات والمحفوظات. (Vaughan)

تانيا* tannia/yantia/new cocoyam

الإسم العلمي *Xanthosoma sagittifolium*

الفصيلة/العائلة: قلقاسيات/فوميات Araceae

وهي أطول من القلقاس وسويقة الورقة متصلة بحرف النصل عند القلم مما يعطي ورقة تشبه الرمح. والكورمة تعامل كما يعامل القلقاس كما أن تركيبتها الغذائية مشابهة وإن كان به نشا أصعب في الهضم.

(Vaughan)

*: من وضع المحرر

حرشف/حرشف برى cardoon

الإسم العلمى *Cynara cardunoulus*

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae

سويقات الأوراق leaf-stalks (تشبه الكرفس قليلاً) هو الجزء المأكلة. وهذا قد يغلى كخضار ويقدم مع صلصة بيضاء أو جبن أو قد يعمل بانيه (مع خبز) ويحمر أو يقدم طازجاً مع غموس من أنشوجة حارة وثوم. وهو يحتوى على قليل من البروتين والدهن والكربوايدرات و٢مجم/١٠٠ فيتامين ج. وهو يزرع كَحَولى. (Vaughan)

حشيشة الشّفاء tansy

الإسم العلمى Tanacetum vulgare

الفصيلة/العائلة: المركبة Compositae

إستخدمت الأوراق والأغصان فى البودنج والأوملت وكيكة تانسى وشاى تانسى (مشروب مقوى ومنعش). والزيت الطيار يحتوى مادة الثيجون thujone المضايقة ولذا يجب إستعمال العشب بحذر شديد. والأوراق الصغيرة المقطعة تضاف للسلطة والأطباق المحتوية على البيض واليخنى. وهو نبات دائم يبلغ حتى ١ م فى الإرتفاع وأوراقه (١٥ –٢٠سم فى الطول) ريشية خضراء غامقة وفواحة جداً. والحامل الزهرى inflorescence مركب عذق قمته مسطحة مع حوامل أزهار قُرْصية discoid ٦ – ١٢مم فى العرض. والبذور البيضاء المخضرة (فقيرات) حوالى ٢مم فى الطول والشعيرات الناشرة pappus يمثلها حافة قصيرة ذات أغشية. (Vaughan)

بعض الدرنات

أوكا* uca

الإسم العلمى *Oxalis tuberosa*

الفصيلة/العائلة: حُمَّاضِيَّات/أُفْصَيلِيسيَّات Oxalidaceae (wood sorrel)

إن الدرنات السيقان لونها أبيض أو أصفر أو أحمر إسطوانية مع خدود وبروزات. وهى تكون الغذاء الأساسى من فنزويلا إلى الأرجنتين. وأهميتها الغذائية مشابهة للبطاطس وتغلى أو تخبز أو تحمر أو تؤكل طازجة. وبعض الأصناف حمضية (حمض الأكساليك) وهذا يمكن إزالته بالتجفيف الشمسى أو التجفيد.

ألوكو* ulluco

الإسم العلمى *Ullucus tuberosus*

الفصيلة/العائلة: البازلية Basellaceae

وهذا غذاء أساسى فى جبال الإنديز . والدرنات السيقان المأكلة صفراء أو وردية أو حمراء أو أرجوانية وتشبه البطاطس الصغيرة أو أنها طويلة ومنحنية (٢–١٥سم فى الطول). وهى تغلى أو تخلل أو تعلب. والطازج منها به ١٤٪ نشا وسكريات، ١–٢٪ بروتين، ٢٣ مجم/١٠٠ جم فيتامين ج. وأوراقها صالحة للإستهلاك.

ماشاو* ysaño/mashua

الإسم العلمى *Tropaeolum tuberosum*

الفصيلة/العائلة: عُزْنُوقية (إجتهاد المحرر) Tropaeolaceae

وهذه درنة ساق تتسلق إلى ٢ متر ولونها أبيض أو أصفر. وهى متحملة ولها نكهة حادة بسبب الجلوكوزينولات glucosinolates لاتؤكل طازجة بل تغلى أو تخبز أو تحمر. والدرنات الجافة تحتوى ١٤-١٦٪ بروتين وحوالى ٨٠٪ كربوايدرات ، ٩٠ ميكروجرام/١٠٠جم β-كاروتين و ٤٨٠ مجم/١٠٠جم فيتامين ج. (Vaughan)

بقل اليام* yam bean

الإسم العلمى *Pachyrrhizus erosus*

الفصيلة/العائلة: بقليات/قرنيات/قطانيات Leguminosae

وهى متسلقة ولها درنات بسيطة أو مقسمة بها حوالى ١٠٪ نشا و٢٠مجم/١٠٠جم فيتامين ج ويمكن عمل شرائح منها وأكلها خام مع السلطات أو تطبخ أو تخلل. والقرون الصغيرة يمكن أكلها أما البذور الناضجة فسامة. (Vaughan)

*: من وضع المحرر

خيميات ambellifers تنمى لسويقات الأوراق/ عنق الأوراق petioles

حشيشة الملاك angelica

الإسم العلمى *Angelica archangelica*

توجد حشيشة الملاك فى الأجزاء الباردة من أوروبا وحتى جبال سوريا. وتُقَنّد أجزاء من السيقان الصغيرة وتستخدم فى الحلويات بسبب لونها الأخضر البراق. وتستخدم الجذور فى عمل الجن والبذور فى عمل الفرموت والشارتريز. والنبات ثنائى الحول biennial ينمو إلى ٢ متر وقت الأزهار. والسيقان الخضراء تحمل أوراقاً ثنائية أو ثلاثية (٣٠-٧٠ سم فى الطول) مع أجزاء ورق ملتوية oblique قَنْفَاء إلى حد ما. وإذا نمت للسنة الثانية فإن السيقان المزهرة تحمل خيما umbels من أزهار خضراء أو بيضاء مخضرة والتى تعطى ثماراً ٥-٧مم فى الطول.

شمار سكرى florence/florentile fennel

الإسم العلمى

Foeniculum vulgare var. *dulce*

وهى قصيرة قوية ممتلئة حوالى ٣٠سم فى الإرتفاع وقواعد الأوراق منتفخة جداً إلى مايشبه البصلة الكاذبة (برائحة الينسون) وتبلغ حجم التفاح الكبير وهذا هو الجزء المأكلة والذى يؤكل طازجاً أو يطبخ غالباً مع الجبن. والبصلة تحتوى ٩٥٪ ماء وقليل من البروتين والدهن والسكر وكثير من البوتاسيوم وبعض المعادن والكاروتينات وفيتامين ئى ، ب وقليل (٥مجم/١٠٠جم) من فيتامين ج. والسيقان المزهرة حوالى ٦٠سم فى الإرتفاع وتحمل خيماً من أزهار صفراء. (Vaughan)

نباتات تنمى لسيقانها الصغيرة ولسويقات الأوراق

غصن خَيْزَران bamboo shoots

الأسماء العلمية Phyllostachys, Bambusa
Dendrocalamus
الفصيلة/العائلة: النجيلية Gramineae

الجزء المأكلة هو الفسايل shoots المدببة الثخينة التى تنمو من الأرض تحت نبات الخيزران والتى إن تركت تكون ساقاً جديدة قد تكون عشبية ذات تجاويف. وعادة تغطى قواعد النباتات فى الشتاء بالطين والسماد وتقطع الفسائل الجديدة التى تظهر ١٥ سم فى الطول فى الربيع. وبعد إزالة غمد sheath الورقة تغلى السيقان حوالى ٢/١ ساعة لإزالة أى مرارة (جليكوسيدات سيانوجينية) ولكن مع الإحتفاظ بقصافتها. وكثيراً ماتعلب. وهى تحتوى ٣٪ بروتين وقليلاً من الدهن ، ٥٪ كربوايدرات ، ٤مجم/١٠٠جم فيتامين ج.

كَرَنب بحرى seakale

الإسم العلمى Crambe naritima
الفصيلة/العائلة: صليبية Cruciferae

توجد على الرمال والحصى فى الشواطىء. وسويقات الأوراق (حوالى ٢٠سم فى الطول) لها نكهة لطيفة سارة ولكن مُرَّة. وهى تغلى كالأسبرجس وتقدم فى صلصة بيضاء أو زبد. وهى تنتهى بنصل ورق مختزل جداً. وتحتوى قليلاً من البروتين والدهن والسكر وبعد غليها ١٨ مجم/١٠٠ جم فيتامين ج. ويحدث التبييض بتغطية النباتات الصغيرة بِقِدْر أو صندوق. والأوراق كبيرة (حتى ٣٠سم فى الطول) قاعدته رمادية مزرقة والسيقان المزهرة (حتى ٦٠سم فى الإرتفاع) بها أزهار بها أربع بتلات بيضاء. أما الثمرة فمستديرة تحتوى بذرة واحدة وهذا شىء غير عادى فى هذه العائلة. (Vaughan)

الأعشاب البحرية seaweeds

بعض الأعشاب البحرية يمكن تجفيفها وتستخدم كغذاء بغليها أو فى السلطات والشوربة وتستخرج الكربوايدرات (تعرف كغرويات نباتية، أجار، ألجينات، وكاراجينان) وتستخدم كمثخنات ومثبتات. وهناك بعض البروتين والدهن ولايوجد نشا وآثار من السكر. والبروتين له تركيبة أحماض أمينية مشابهة للبقول. وقد يكون اليود عالٍ ولكن هذا يتوقف على النوع. وهى تحتوى الكاروتين وفيتامينات ى ، ج. وبها بعض الألياف.

لافر* laver

الإسم العلمى Porphyra umbilicalis

هو عشب بحرى أحمر يستخدم فى عمل خبز اللافر حيث يغسل العشب لإزالة الرمال ويغلى ٨-١٢ ساعة فى مأج ويفرم لإعطاء ناتج بنى/أسمر غامق أو أسود ثم يغطى بجريش الشوفان ثم يحمر ويقدم مع الباكون والبيض. ويمكن أكله مع بطاطس وزبد. واللافر يوجد على الصخور على الشواطىء ولونه أرجوانى وردى إلى أخضر زيتونى أو بنى.

*: من وضع المحرر

حشائش بحرية مجففة معقدة*

knotted wrack

الإسم العلمى *Ascophyllum nodosum*

وهذا عشب بحرى بنى/أسمر ويحضر منه الألجينات ويستهلك بواسطة الإنسان والحيوان. والنبات له مثانات واضحة.

*: من وضع المحرر

عيش الغراب والكمأ والفطر المأكلة الأخرى

هذه لاتهم القارىء العربى كثيراً وقد ذكر Vaughan & Geissler عشرة منها يمكن الرجوع إلى المصدر ص ١٩٦ للإستزادة.

نافا لِيُون **rambutan**

الإسم العلمى *Naphelium lapaceum*

الفصيلة/العائلة: صابونية Sapindaceae

تصل الشجرة إلى ٤-٧ متر فى الطول. والثمر وطوله ٣-٥سم مغطى بأشواك حمراء أو صفراء. واللحم يميل للوردية وبه بذرة والثمار الحلوة تستهلك طازجة أما الحمضية فتطهى بالغلى البطىء. وقد تغلب الثمار الحلوة التى بها ١٦٪ سكر و ٧٨مجم/١٠٠ فيتامين ج.

(Vaughan)

نبذ

نبيذ **wine**

أنواع نبيذ المائدة

تختلف الأنبذة فى اللون والبوكيه bouquet والحموضة وتركيز الكحول والنكهة وهذه تتأثر بالجو والمظهر aspect والتربة وأصناف العنب بما فيها المجموعة متماثلة الصفات clones وعمر الكرم والتقليم والحصاد ومجموع الطرق المستخدمة لتحويل العنب إلى نبيذ vinification والبلوغ/النضج والتخزين وهناك أنبذة حمراء وأنبذة بيضاء.

الأنبذة الحمراء ومنها: كابيرنيه سوفينيون cabernet sauvingnon والمرلوت merlot والبينو الأسود pinot noir والسيراه syrah.

والأنبذة البيضاء: ريسلنج riesling والشاردوناى chardonnay والسيميلون sémillon والسوفينجون بلانك/الأبيض sauvingnon blanc.

ومن أشهر البلاد المنتجة للنبيذ: فرنسا فى بوردو Bordeaux وبرجندى Burgundy وشامبانى Champagne ووادى اللوار Loire valley ووادى الرون Rhoné valley والألزاس Alsace وألمانيا وإيطاليا وأسبانيا وأمريكا الشمالية خاصة فى كاليفورنيا وأستراليا.

إنتاج أنبذة المائدة

يعرف النبيذ بأنه المنتج الذى يحصل عليه بواسطة التخمر الكحولى الكامل أو الجزئى للعنب الطازج أو المعامل أو من العصير. وإذا أضيف الكحول

للنبيذ مثل ما في حالة إضافة مقطر النبيذ فإنه يحصل على نبيذ بنسبة كحول ١٥٪ - ٢٢٪ بالحجم (مثل الشيرى sherry والبورت port). وإذا أجرى تحمر ثانٍ بدون السماح لثانى أكسيد الكربون المتكون بالهروب فإنه ينتج شامبانى champagne أو سكت sekt وإذا أدخل ك أ، صناعياً فإنه ينتج النبيذ المتلألىء sparkling أو النبيذ اللؤلؤ pearl wine.

الأنبذة وأنبذة العقبة والنبيذ اللؤلؤ والأنبذة المتلألئة يمكن أن تعامل كمشروبات نبيذية vinous beverages وهذه منتجات فيها نسبة النبيذ تزيد على ٥٠٪ وأحسن منتجات هذه المجموعة الأنبذة العبيرية aromatized مثل الفرموت vermouth.

وإذا عوملت الفواكه أو المواد الخام المحتوية على سكر أو نشا إلى مشروبات كحولية فإن الناتج النهائى ليس نبيذاً فى المعنى القانونى ولكن مشروب مماثل للنبيذ وهذه تشمل أنبذة الفاكهة fruit wines وأهمها السيدر cider.

أصناف الكرم

ينتمى الكرم إلى جنس الـ *Vitis* وهناك ٥٠ - ٦٠ نوعاً معروفة ومنها الكرم الأوروبى *Vitis venifera* ولكن لأنها يمكن أن تهاجم بواسطة الفيلوكسرا *phylloxera* فهذه يجب أن تطعم على كرم أمريكى. ويوجد ١٥ كرم صنف أحمر و٢٠ كرم صنف أبيض.

طرق الزراعة

يجب التأكد من أن براعم الأزهار النابتة مع كل عنقودين لكل نبيتة/غصن shoot على المتوسط معرضة كلما أمكن للشمس وأن لكل نبيتة/غصن ١٠ - ١٥ ورقة.

البلوغ/النضج

نتيجة لعدة أطوار من النمو فإنه يعطى عنباً يتكون من جلد skin (الغلاف الثمرى الخارجى exocarp) واللب pulp (الغلاف الثمرى الوسطى mesocarp) وبذرتين إلى أربع بذور وأكبر جزء من الثمرة هو اللب الغض. ويزداد العنب فى الوزن أثناء الطور النهائى للنمو والسكر (جلوكوز وفركتوز) يخزن ويمتص الماء بينما تركيز الحمض الكلى وحمض الماليك ينقص كثيراً. والعنب يعتبر ناضجاً فسيولوجياً عندما يكون تركيز السكر ٧٥ - ٨٠° اشيسلى Oechsle وهذا يعطى ٩٪ محتوى كحولى بالحجم. ومن هذه النقطة المواد المغذية من التربة والسكر المتكون لايمكنها النفاذ إلى العنب. وإختيار الوقت المناسب للحصاد مهم حيث أن حجم الكحول المتوقع من المحتوى السكرى يحدد الجودة، وكلما إرتفعت نسبة السكر فى العنب عند الحصاد كلما كانت الجودة أعلا فى النبيذ الناتج.

معاملة النبيذ الأبيض

بعد الحصاد ينقل العنب إلى غرف الضغط فى حالة غير مسحوقة لتجنب إستخراج زائد للتانينات من السيقان والبذور ثم يوزن ويسحق ويحدد وزن العصير must وهذا مهم لأنه دليل لجودة النبيذ بعد ذلك.

الضغط: تزال السيقان لإنتاج نبيذ بنسبة تانين منخفضة والعنب المسحوق ينقل مباشرة إلى الضغط أو إلى تنكات التخزين أو قواديس التصفية. والضغط ينتج عنه عصير يتراوح مابين ٦٥ – ٨٥٪ عصير مضغوط و ١٥–٣٥٪ ثفل فاكهة pamace. والعصير المضغوط حديثاً يحتوى أجزاء غير ذائبة من الأنسجة الخلوية ومركبات بروتين–تانين وكائنات حية دقيقة ومركبات بلورية وجزيئات قذارة ومواد غير معروفة الطبيعة وهذه يمكنها التأثير على جودة النبيذ. ولذا يتم تنقية العصير بالترسيب أو الطرد المركزى وأثناء الترسيب الذى يستغرق حوالى ١٠ ساعات تكسر الإنزيمات البكتوليتية الطبيعية المواد البكتينية ومكونات جدار الخلية الأخرى والتى ربما سببت عدم ثبات الثفل فيما بعد.

تحسين محتوى الكحول وتنظيم الحموضة: العصير قبل التخمر المضغوط حديثاً كثيراً مايظهر تغيرات فى نسبة السكر–الحمض. فالعصير من المناطق الشمالية به حمض كثير والعصير من المناطق الجنوبية به حمض قليل وكلاهما لايعطى المحتوى الكحولى المرغوب ولذا يجب تنظيم محتوى الحمض وزيادة محتوى السكر. ولتعويض إضافة حمض (طرطريك أو سيتريك) للنبيذ يجرى عليه إزالة حموضة بإستخدام كربونات الكالسيوم ولكن هذا إختيارى فى العصير قبل التخمر. ولتعويض عدم كفاية الكحول الطبيعى فإنه يسمح بإضافة سكروز إلى العنب المسحوق أو العصير قبل التخمر أو النبيذ والمقصود به التخمر الكحولى وليس كمُحَلِى.

التخمر الكحولى alcoholic fermentation: وهذه أهم عملية فى معامل النبيذ وتتم بالتكسر غير الهوائى للسكر بواسطة الخميرة مثل *Saccharomyces cerevisiae*. وتخمر عصير العنب قبل التخمر أو العنب المسحوق يمكن بواسطة خليط من سلالات الخميرة التى توجد على الجلد/القشر أو العنب المكسر وهذا يسمى التخمر التلقائى spontaneous fermentation. وتستخدم سلالات مخصوصة لتجنب المخاطر والسكر الموجود جلوكوز وفركتوز بنسبة ١ : ١ ويضاف السكروز للعصير قبل التخمر منخفض السكر فيتخمر أيضاً لإرتفاع نسبة β–فركتوفيورانوسيداز -β fructofuranosidase (أنفرتاز) فى الخميرة. وبينما الناتج النظرى من خلال التخمر لهذه السكريات السداسية يبلغ ٥١,١٪ إيثانول (بالوزن) و ٤٨,٩٪ ك أ٢ (بالوزن) فإن الناتج الواقعى هو حوالى ٤٧٪ كحول وعادة التخمر التلقائى لايمكن أن ينتج أكثر من ١٧,٥٪ بالحجم فى النبيذ.

والإختلاف الكبير بين الناتج النظرى والعملى للإيثانول يعود إلى فقد الإيثانول أثناء التخمر وتكون نواتج ثانوية للتخمر من أهمها الجليسرين وهو مكون رئيسى لجسم body النبيذ. والنواتج الثانوية التى تتفاعل مع حمض الكبريتوز مهمة أيضاً. ويتولد حرارة أثناء التخمر وربما إحتاج الأمر إلى تبريد العصير قبل التخمر وهذه الحرارة تسارع من عملية التخمر. ومعظم نشاط التخمر لمعظم سلالات الخميرة تنقص عندما تكون درجة حرارة العصير قبل التخمر زيادة عن درجة حرارة

٣٠°م. وبعد إنتهاء التخمر تَرْسُب الخميرة إلى قاع التنك.

تخمر المالولاكتيك malolactic fermentation: بعد التخمر الكحولى وتخزين لمدة عدة أسابيع فإن الأنبذة ذات الحموضة المنخفضة ورقم ج يد أعلا من ٣,٣ كثيراً ماتعانى من نقص فى محتوى الحمض. وهذا يرجع إلى ترسيب طرطرات البوتاسيوم وأيضاً لنشاط بكتيريا حمض اللاكتيك من الأجناس *Lactobacillus* أو *Leuconostoc* أو *Pediococcus*. وهذا يسببه تخمر حمض ل-الماليك معطياً ل-حمض لاكتيك L-lactic acid وثانى أكسيد كربون.

وحيث أن التخمر المالولاكتيك يحدث عادة بعد التخمر الكحولى فإن إنتاج ثانى أكسيد الكربون يمكن أن ينشط تخمراً ثانياً.

ويعقب ذلك الترويق والخطوات الأخرى المشتركة مع النبيذ الأحمر والوردى وسيأتى الكلام عنها فيما بعد.

معاملة النبيذ الوردى والأحمر
processing of rose & red wine

إذا ضغطت الأعناب الحمراء بنفس الطريقة كما وصف للنبيذ الأبيض فإنه ينتج عصير ماقبل التخمر must وردى فاتح يحصل منه على نبيذ وردى rosé وهى بالرغم من إنتاجها من عنب أحمر فإنها تقسم كأنبذة بيضاء فيما يتعلق بالمكونات والتقنية المستخدمة. ولما كانت صبغات العنب الأحمر فى القشر/الجلد skin فإن خلايا القشر يجب أن تجعل نفاذة وهذا يحدث بتخمير أو تسخين العنب المسحوق.

التخمر على القشر/الجلد fermentation on skins: العملية التقليدية لإنتاج الأنبذة الحمراء تسمى (التخمر على القشر/الجلد fermentation on the skins). وفى هذا التخمر فإن الأعناب الحمراء لاتضغط إلى عصير ماقبل التخمر must قبل التخمر الكحولى. والعنب المسحوق يخمر كاملاً أو جزئياً وفى هذه العملية فإن الكحول المنتج يستخرج الصبغات وتترك الأعناب المسحوقة عادة للتخمر تلقائياً بواسطة مخاليط سلالات الخميرة فى تنك تخمر خاص. وتوصل فقاعات ثانى أكسيد الكربون اللب والقشر إلى سطح المنتج المتخمر وينتج عن ذلك "رأس" أو "غطاء" وهذه يجب الإحتفاظ بها تحت سطح السائل المتخمر ويمكن إستخدام عدة طرق لإيصال القشور إلى سائل إستخراج اللون مثل القلنسوات المغمورة والطلمبات والمقلبات وإزالة الرأس العائمة ميكانيكياً بواسطة ناقلات مخروطية أو مِدَمات rakes أو بالإنزال الفجائى لضغط ك أ, فى التنك.

تسخين الأعناب المسحوقة heating of crushed grapes: فى الطريقة الجديدة الآخذة فى الإنتشار فى إنتاج النبيذ الأحمر تسخن الأعناب المسحوقة بعد إزالة الأعناق وتنقل السيقان إلى مسخن بواسطة طلمبة ذات فعل ناعم والتى تسمى أيضاً بلزمة plasmolysis فيصبح الغشاء السيتوبلازمى شبه المنفذ منفذاً للمواد الذائبة.

والمسخنات للأعناب المسحوقة تتكون من نظام من الأنابيب في غرفة مسخنة بالبخار فقد ثبت أن تسخين الأعناب المسحوقة إلى ٤٥-٥٥°م يكفي للحصول على عصير ما قبل التخمر must غامق اللون. ويحدث الآن عموماً تسخين الأعناب المسحوقة أعلا من درجة حرارة البلزمة إلى درجة حوالي ٨٧°م لمدة قصيرة من أجل تثبيط الإنزيمات الموجودة في الفاكهة وقتل الكائنات الحية الدقيقة ثم تبرد الأعناب المسحوقة إلى درجة حرارة معتدلة.

ثم تنقل الأعناب المسحوقة إلى ضاغط أو قادوس للتصفية وبعد التسخين تصبح المعاملة مماثلة لما وصفت للنبيذ الأبيض. وإستخدام خميرة مختارة لإبتداء التخمر يوصى به بشدة. وبعد التخمر الكحولي فإن الأنبذة الحمراء تعامل كما في النبيذ الأبيض مع إختلاف أن حمض الماليك يتحول إلى حمض لاكتيك تحولاً كاملاً تقريباً. وهذا "التخمر الثاني" يتم بواسطة بكتيريا حمض اللاكتيك ولكن هذا يحدث بعد عدة أشهر من التخمر الكحولي.

التقدم/التطور development

بعد تخمر عصير ماقبل التخمر must الذى تم تعديل الحمض فيه فإن عدداً من العمليات تحدث في النبيذ الجديد young ويتقدم إلى قمة تسمى بلوغ maturity. وهذه العملية تسمى التعتيق ageing أو الإنتهاء finishing تتم في تنك أو في الزجاجة. وإذا تم تخطى قمة البلوغ maturity peak فإن النبيذ يصبح "فرن firne" وهذا يمكن أعتباره خاصية جودة موجبة. ولكن إذا إستمر هذا التطور فإن النبيد يصل إلى مذاق زنح ويصبح madenzed و مؤكسداً وهو علامة على نزول سريع للجودة.

وعمليات التعتيق ageing أو الإنهاء finishing يمكن التأثير عليها إلى حد ما. ولهذا فإنهم يتكلمون عن تطور developing النبيذ وهذا يشمل معاملة النبيذ مع غرض تعضيد البلوغ الطبيعي وعمليات الترويق وحماية النبيد من التغيرات غير المرغوبة.

شفط السائل racking

أول خطوة في تطور النبيذ هي شفط السائل وهذا يجرى على كل من النبيذ الأبيض والأحمر الوردى ويعنى به فصل الثفل lees عن النبيذ بواسطة الصفق decantation. وبالرغم من شفط السائل فإن بعض الثفل المرئي يمكن أن يكون لازال معلقاً في النبيذ. وعلى العموم فإن النبيذ يحتوى مواداً مذابة غروية غير مرئية. وإذا أريد للمشروبات أن تكون رائقة limpid عند عبزجتها bottled وبيعها فيجب أن تروق وهذا يتم بالطرد المركزى أو الترشيح. وقبل الترشيح تعامل المشروبات عادة بعوامل تصفية/ترويق fining أى أن جزءاً من المواد التي ستفصل تلبد flocculated مما يحسن كفاءة الترشيح وهذه العملية تسمى ماقبل الترشيح والترويق.

التصفية والترويق fining

الجسيمات غير المرئية الموجودة في النبيذ تتكون إلى حد كبير من كربوايدرات متبلمرة وبروتينات

تكون ١٠ – ٢٠٪ وعديد الفينولات المكثفة تكـون الباقى. وكل الجسيمات تصبح مشحونة كهربياً فى المحلول وهذه تحمل فى النبيد شحنة سالبة. وإذا غيرت الشحنة السالبة فى النبيد بإضافة جسـيمات ذات شحنة معاكسة فإن تسافر repulsion الجسيم يتعادل وترتبط الجسيمات لتكوين تجمعات تغوص إلى القاع أو تعوم إلى القمة أى أن الجسيمات إما تلبد أو تتجمع.

وهناك عدد من المواد العضوية وغير العضوية متاحة لمعاملة النبيد من بينها سل السيليكا فعوامل التصفية غير العضوية تستخدم أولاً لمنـع العكـارة ولمنـع الإضطرابات غير البكتيرية أو بمعنى آخر تثبيت النبيد. وتحـدث التصفيـة الآن بواسـطة الجيلاتـين والسيليكا جـل ويستخدم البنتونـايت bentonite للتثبيت. ويمكن الحصـول علـى تأثيرات خاصـة بواســطة الكـــازين والأيزينجـــلاس isinglass والألبيوبين والتانين.

الكبرتة sulphiting

قبل الترشيح يجب ضبط النبيد إلى تركيز حمض كبريتوز معين. وثانى أكسيد الكبريت يـذوب فـى النبيد ليكون مخلوطاً متوازناً

كب أ٢ ⇌ يد كب أ٢- ⇌ كب أ٢-٢

وهذا يحسن خـواص التخزين وهـو يثبط أو حتـى يقتل بعض البكتيريا كما يمنع الإسمـرار browning وتفاعلات الأكسدة تختزل بعض المـواد ويتحسـن المذاق مما يجعل الكبرتة عملية لايمكـن الإستغناء عنها. وأحد مهام كب أ٢ الحر هـو ربـط الكميـات الصغيرة من الأسيتالدهايد الذى يمكن تذوقه. وإذا وجد الأسيتالدهايد الحر فـى النبيـد فـإن النبيـد يخلق تعبيراً حسياً حتى إنه يسمى زنخاً rancid أو maderized ومؤكسداً أو له طعم الشيرى وتجنب هذا العيب حيوى فى الأنبذة البيضـاء. وحمـض الكبريتوز ليس له أى دلالة كمادة حافظة فى النبيد حيـث أن المحتويـات القصـوى المســموح بــها منخفضة جداً.

التثبيت stabilization

بـالرغم مـن أن التصفيـة والـترويق عـادة كافيـة للحصول على نبيد رائق إلا أنه يمكـن أن يصبـح عكـراً أو تتكـون بـه مرسـبات. فالبروتينـات الغرويـة يمكن أن تتغير وتصبح غير ذائبة والنبيد المحتوى على بروتينات تتأثر بالحرارة يثبت غالباً بالمعاملة بمعادن تحتوى سيليكات الألومنيـوم والبنتونـايت يصلح جداً لهذه العملية. كذلك فإنه من المحتمل أن أيونات المعادن الثقيلة تسبب تغيراً فى اللون أو عكارة بسبب تكوينها لمركبات ملونة غير ذائبة مع مكونات النبيد أو تصبح غير ذائبة وتترسب وهـذا يحدث أساساً مع أيونات الحديد والنحاس. وقـد أمكن ربط الحديد وترسيبه إلى حد كبير بإضافـة كمية محددة بالضبط من فيروسيانيـد البوتاسـيوم (هكساسيانوفيرات البوتاسيوم ٢). ثم وجـد أن هنـاك سلسلة من أيونـات المعادن مثل أيونات النحــاس والخارصين والمنجنيز والنيكل والفضـة والأيونـات السامة جداً للرصـاص والكـادميوم يمكـن ترسـيبها بمعقدات الفيروسيانيد.

وبعد تصفية وترويق الأنبذة لحمايتها من التغيرات فإن ثباتاً آخر يتطلـب لتثبيـط الترسيب البلـورى.

وهذا يوجه أساساً لفصل بيطرطرات البوتاسيوم مع طرطرات الكالسيوم أي مايسمى كريمة الطرطرات. ولمنع ترسيب الطرطرات فإنه عادة يبرد النبيذ إلى درجة بين +٤، صفر°م لمدة حوالى ٤ – ١٠ أيام. وبعد التصفية والتثبيت فالأنبذة يجب ترويقها تماماً قبل العبزجة bottling.

والطرد المركزى يصلح فقط لفصل الجسيمات الخشنة ولكن الترشيح يمكن أن يزيل الجسيمات حتى المدى الجزيئى. وتستخدم ثلاثة أنواع من المرشحات : المرشح قبل الغطاء precoat filter وفيه الكتلة ذات الثغور يعاد تكوينها دائماً أثناء الترشيح ؛ والمرشح ذو الصفحة sheet filter وفيه تحضر الكتلة ذات الثغور مسبقاً وتوضع فى المرشح؛ ومرشح الغشاء وهذا له ثغور ذات حجم معروف. والترويق الميكانيكى البحت له تأثير يهمل على التكوين الكيماوى للأنبذة البيضاء ولكن تتحسن الخواص الحسية كثيراً.

العبزجة bottling

بعد تطور النبيذ فى فى البدرون فإنه يجب أن يكون "ناضج للزجاجة bottle ripe" أى يكون ثابتاً فيزيقياً وكيماوياً وبيولوجياً. والأنبذة البيضاء على الخصوص يجب أن تكون رائقة بصرياً optically clear ومذاقها طازج وتقابل متطلبات المستهلك العصرى وفى حالة الأنبذة الحمراء فإن التعتيق الطويل فى براميل الخشب مرغوب فيه.

وخط العبزجة يتكون من مكن وأجهزة لغسيل الزجاجات والعبزجة ووضع الفلين corking والكبسلة capsuling والروشمة labelling والتعبئة فى صناديق بلاستيك والشحن. وأهم شىء فى عبزجة النبيذ هو ثبات النبيذ ضد الكائنات الدقيقة لضمان أن الزجاجات لاتصبح عكرة نظراً لنشاط الكائنات الدقيقة وهذا يعنى عملياً عبرجة معقمة على البارد أو الساخن. وأهم مافى العبرجة المعقمة على البارد هو الترويق البكتيرى بالترشيح بواسطة صفائح مرشحة ذات ثغور دقيقة (مرشحات معقمة أو مرشحات ضد الجراثيم) أو بواسطة أغشية. ويمكن التغلب على صعوبات العبزجة المعقمة على البارد بتسخين النبيذ. ولمحتوى كحولى تقريباً ١٠٪ بالحجم فإن عبزجة على درجة حرارة ٥٥°م يعتبر كافياً.

التقسيم classification

تكوين وطبيعة النبيذ تتوقف على نوع العنب والموقع والتربة الموجود فيها الكرم والجو وظروف النمو وحالة العنب. وهى تتأثر كثيراً بالمعاملة التى يلقاها عصير ماقبل التخمر must وبالخميرة ومعاملة النبيذ فى مرحلة التطور development stage. وتتوقف جودة النبيذ عموماً على كمية المركبات الطيارة مثل الإيثانول والمواد الأروماتية ومحتوى المواد غير الطيارة والتى تقسم تحت عنوان "الإستخلاص extract". ويمكن تقسيم الأنبذة إلى حد ما تبعاً للتقديرات التحليلية للمكونات ويمكن تحديد إذا ماكانت الحدود السفلى والعليا القانونية قد تم التوصل إليها ويمكن اكتشاف الغش الذى قد يتم بمواد غير مسموح بها مثل الأحماض.

ومن الصعب عمل تقدير لجودة النبيذ عن طريق التحليل الكيماوى. ولكن الجدول (١) يعطى عدداً من مكونات النبيذ الهامة.

جدول (١): المكونات الهامة للنبيذ بالجرام فى اللتر.

المكون	الكمية
الكحولات	
إيثانول	
نبيذ المائدة	٥٠,٠ – ١١٠,٠
نبيذ العُقْبَة	١٠٤,٠ – ١٧٦,٠
ميثانول	
نبيذ أبيض	٠,٠٢ – ٠,١٠
نبيذ أحمر	٠,٠٩ – ٠.٧٥
جليسرين	٣,٥ – ٢٥,٠
جليكول البيوتيلين	تقريباً ٠,٦
جليكول ايزوبيوتيلين	تقريباً ٠,١٢
سوربيتول	تقريباً ٠,٠٢
أحمــاض	
كلية	
أنبذة بيضاء	٤,٠ – ٩,٠
أنبذة حمراء	٤,٠ – ٦,٠
حمض ماليك	صفر – ٦,٠
حمض طرطريك	٠,٥ – ٤,٠
حمض ماليك* (كذا)	٠,٨ – ٣,٣
حمض سكسينيك	٠,٥ – ١,٣
حمض سيتريك	صفر – ٠,٣
أحماض طيارة	
حمض خليك	٠,١٥ – ١,٢٠
حمض كربونيك	صفر – ١,٥
حمض كبريتوز حر	٠,٠٠٢ – ٠,٠٥
حمض كبريتوز مرتبط	٠,٠٨ – ٠,٤٠
سكريــات	
متخمرة	صفر – ١٥٠,٠
غير متخمرة	١,٠ – ٢,٥
أرابينوز	٠,٥ – ٠,٨
تانينــات	
أنبذة بيضاء	٠,٠٥ – ٠,٤
أنبذة حمراء	١,٠ – ٢,٥
مركبات نتروجينية	
كلية	٠,١ – ٠,٩
نتروجين بروتينى	٠,٠٣ – ٠,٠٤
برولين	٠,١٤
حمض جلوتاميك	٠,٢١
هستامين	صفر – ٠,٢٢
مواد معدنية	
رماد	١,٥ – ٣,٠
بوتاسيوم	٠,٥ – ٢,٥
مغنسيوم	٠,٠٧ – ٠,٢٤
كالسيوم	٠,١ – ٠,٢
كبريتات	٠,١٥ – ١,٠
نترات	٠,٠١٥

*: ربما يقصد حمض ماليك

وتقسيم النبيذ على ذلك يتطلب تقدير حسى بجانب نتائج التحليل الكيماوى فهما يكملان كلاً منهما الآخر. وفى التقدير الحسى لجودة النبيذ اللون والرائحة والنكهة كلها تُقَدَر.

الفسيولوجى والسمية

قيمة النبيذ تقع فى إرتباطات حسية مثل اللون والمذاق وتأثير الكحول والتى معاً تجعل الشرب المعتدل (كذا ولكننا لانوافق على ذلك) خبرة

لطيفة. والمكون الرئيسى هو الإيثانول الذى يدخل مجرى الدم بسرعة كما يتم إمتصاصه بالأغشية المخاطية فى الفم والمعدة والأمعاء الصغيرة. والإيثانول يؤثر ككل الكحولات الأليفاتية على الجهاز العصبى المركزى مسبباً تخدير anaesthesia والسكر intoxication. والتكسر أساساً فى الكبد إلى أسيتالدهايد ثم حمض خليك ثم ك أ٢ وماء فى دورة السترات. ويمتص ٩٥٪ من الكبريتيت فى الجسم ويؤكسد إلى كبريتات التى تخرج مع البول خلال ٢٤ ساعة ولذا لايسبب حمض الكبريتوز أى خطر على الصحة عند إضافته فى كمياته المسموح بها.

• إنتاج الأنبذة البراقة

production of sparkling wines

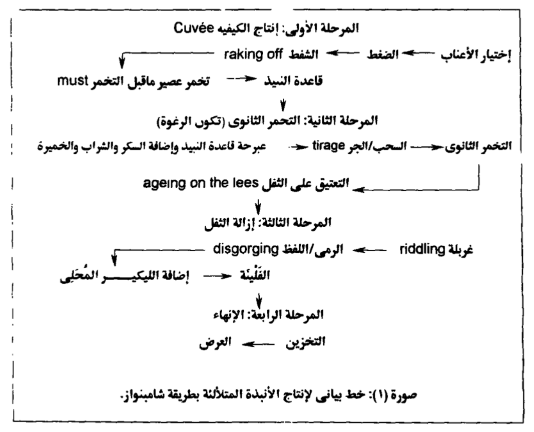
النبيذ المتلألىء منتج جيد يجمع خواص فريدة لاتوجد فى المشروبات الأخرى إذ أنه عالى الكحول نسبياً وتركيز عالٍ من ثانى أكسيد الكربون الذى يعطيه جودة الإرغاء frothing quality والنكهات اللطيفة delicate التى تأتى من العنب نفسه وكذلك من التفاعلات الكيماوية والكيموحيوية التى تحدث أثناء التخمر والإحتفاظ بالفقاعات وعمليات التعتيق. والمراحل الحرجة فى تحضير النبيذ المتلألىء هى تحضير قاعدة النبيذ (the cuvée) والتخمر الثانوى لقاعدة النبيذ بعد إضافة السكر والخمائر فى تنك الضغط. وهذه الطريقة الثابتة تسمح بالإحتفاظ بثانى أكسيد الكربون الناتج من أيض السكر بواسطة الخميرة. ويزداد الضغط بحوالى ٥ - ٦ جوى فى الزجاجات المقفولة stoppered ولكن الزجاجات تكون غير مفلية ونزول الضغط المفاجىء يسبب أن الغاز يخرج من المحلول كرغاوى من عنق الزجاجة وكفقاعات صغيرة فى الزجاج. وهذا هو "الغاز البسيط slight gassiness" المعروف عن النبيذ المتلألىء وهو يحسن من الخواص العضوية الحسية. وكثير من مكونات البوكيه bouquet تركز بالإمتصاص على سطح كل فقاعة وبذا تُحْمَل إلى إتصال مباشر مع براعم المذاق بحيث يمكن التمتع بها. وتبعاً لقواعد المجموعة الأوربية European Community فإن باقى ضغط ثانى أكسيد الكربون فى النبيذ المتلألىء يجب أن يكون أعلا من ٣,٥ جوى على ٢٠°م. ويتوقف على تركيز السكر المتبقى، فالمنتج يقسم إلى "زائد الجفاف extra brut" على صفر-٦ جم/لتر و "جاف brut" على <١٥ جم/لتر و "جاف جداً extra dry" على ١٢ - ٢٠جم/الديسيلتر "كذا") و "جاف dry" على ١٧ - ٣٥جم/لتر و "شبه جاف semi-dry" على ٣٥ - ٥٠جم/لتر و "حلو sweet" على >٥٠جم/لتر. وتعبزج الأنبذة المتلألئة فى زجاج سميك جداً وتقفل بفلين يحفظ فى مكانه بملزم stoppered حديدى iron clump ويهذب dressed. ويأتى أحسن نبيذ متلألىء من المناطق الباردة إلى المعتدلة مع تربة كلسية طينية marly وجيرية calcareous وكرم متعود على البيئة.

المعاملة processing

توجد طريقتان لإنتاج النبيذ البراق: طريقة شامبنواز Champenoise method فى الزجاجة

ومبنية على التقنية الفرنسية التقليدية المستحدمه فـى إنتـاج الشـامباني Champagne، وطريقـة شارمات Charmat method وفيهـا التخمـــر الثانوى يجرى فى تنكات صلب كبيرة ومغلقة ثم يعبزج.

طريقة شامبنواز: يقتصر إستخدام هذه التسمية على الأنبذة المتلألئة المحضرة فى مناطق الشامباني من اعناب بينو نوار Pinot noire وبينـو مينيية Pinot mennier. والأنبذة البراقة المنتجة ببعض الطريقة ولكن من كرم مختلف تسمى رغوية mousseux وفـى إيطاليـا تسمى كلاسيكـــو classico وفـى أسـبانيا كافـا cava. والصـورة (١) تبـين طريقـة شامبنواز.



صورة (١): خط بيانى لإنتاج الأنبذة المتلألئة بطريقة شامبنواز.

تحضير قاعدة النبيذ (Cuvée): خليط الأعناب له أهمية خاصة فى إنتاج قاعدة النبيذ. والعنب يحصد عـادة قبل الوصـول للمنتج الفسيولوجى بقليـل ويضغط على ضغط منخفض لإستخراج ٥٠٪ من العصير وعصير ماقبل التخمر must يحلـل لمعرفة مطابقته لإحتياجـات تصنيـع النبيـذ المتـلألىء. والتخمـر يتم علـى ١٨ - ٢٠°م عـادة باستخدام خمائر مختارة. وعند نهاية التخمـر الكحـولى تمر الأنبـذة بتطـورات evolution فيزيقيـة كيماويـة وإنزيمية تُنقى خواصها

عبزجـة البريز دى موس bottling for Prise de Mousse: أول خطوة هى تحضير الكيفيه cuvée وهى خليط من الأنبذة من سنوات مختلفة لإعطاء تناسب harmony تكوينى للناتج النهائى.

وفى الربيع يضاف الشراب السكرى من القصـــب أو بنجـر السـكر وتركـيزه يحسـب للحصـول علـــى ضغــط ك أ، ٥-٦ جوى بعد التخمر (التخمر التام لـ ٤,٢جم سكروز يعطـى ضغطـاً جويـاً واحـداً لثـانى أكسيد الكربـون). وتلقح فـى نفـس الوقـت خمـائر مختـــــارة: *Saccharomyces cerevisiae* (الأجناس الفسيولوجية *bayanus* ،*cerevisiae*). وتمتـاز الخمـائر بقدرتها علـى التخمير تحت ضغـط علـى درجـة حـرارة منخفضـة مـع تكويـن مترسـب متماسـك firm deposit. وكمية الخمـيرة وعصـير ماقبل التخمر التى تلقح هى من ٢٪ إلى ٥٪ مـن الكتلة المتخمرة وعدد الخلايا مـن ١٠[٦] – ١٠[٧] لكـل ملليمتر عـادة ينتج عنه تخمر جيد. وبعد التقليـب الجيد يعبزج النبيذ وتقفل الزجاجات بواسطة غطاء التـاج crown cap وتخزن الزجاجـات علـى ١٨ - ٢٠°م بحيـث يحـدث التخمـر الثـانوى ببـطء وهـذا يسـمح للنبيـذ أن يولـد بوكيـه لطيـف delicate buquet. وهـذا التخمـــر الثـانوى يسـمى "أخـذ الرغـوة prise de mousse" يزيـد مـن محتـوى الكحـول بنسبة ١,٥٪. ثـم يحفظ النبيـذ المتـلألىء على ثفلة lees لمدة تتراوح مابين ١٢ شهر إلى ٣- ٤ سـنوات علـى درجـة حـرارة ١٢ - ١٥ °م.والثفـل ومعظمـه خلايا خميرة ميتة يسمح لها بالرسوب على الغطـاء التـاجى بوضـع الزجاجـات علـى صفـوف غربلـــة (pupitres) riddle raks حيـث كثيراً ماتـــدار الغربلة riddling بينما ميلها يزداد حتـى تصبح رأسية منتظرة الخطوة النهائيـة: خطـوة اللّفظ وإزالة الراسـب disgorging step تصنـع بغمـس عنق الزجاجة فـى حمـام مـبرد (-٢٥°م) فيتكـون سدادة ثلج ice plug محتوية الثفـل وكمية صغيرة من النبيـذ (١٠ - ٣٠ مل). وهذا يزال بجعل فلينة السحب/الجر tirage تنفجر pop-out نظراً لضغط ك أ. وكمية النبيـذ المزالة مع الثفل يجب إحلال محلها من أجل ثبات المستوى فى الزجاجة وهذا يمكـن أن يتـم بنفـس النبيـذ للحصـول علـى نبيـذ متلألىء طبيعى (جـاف تماماً) ولكـن الأكـثر حدوثـاً هـو بواسـطة إضافـة ليكـير السـرعة liquer d'expedetion وهـو شـراب سـكر يناسـب نـوع النبيـذ المتـلألىء المنتـج (زائـد الجفـاف extra brut، والجـاف brut، وجـاف جـداً، وجـاف، وشـبه جـاف، وحلـو). ثم تُفَلّيَن الزجاجة بفلين مـن أعـلا جودة ويحفظ الفلين فى مكانه بواسطة قلنصوة مـن السـلك. وأخـيراً عندمـا يختلـط النبيـذ والليكـير liqueur جيـداً تغطـى الزجاجـة بالتـاج وتروشـم وتكون معدة للإستهلاك.

طريقة شارمات Charmat method

تستخدم هـذه الطريقة فـى إيطاليـا لتحضـير النبيـذ المتلألىء مـن أعنـاب أروماتية ولتحضير نبيذ صغير young wine (الصورة ٢) وقـاعدة النبيـذ المثبـت مـع إضافـة سـكر وخمـائر مختارة يعاد تخمرهـا فـى تنكـات ضغـط علـى درجـة حـرارة مضبوطـة ١٤ - ١٨°م. وتتم هـذه المرحلة فـى ٢٠ يومـاً ثـم يتبعهـا إعـادة التخمر كالآتـــــى: ١- الفصـل مـن الثفـل

بواسطة النقل عند تساوى الضغط isobaric transfer. ٢- تثبيت النبيـــد المتلألىء خلال التبريد (-٣ / -٤°م) والترويق والترشيح التعقيمى. ٣- العبزجة عند تســاوى الضغط.

وقد عدلت الصناعة الإيطالية الطريقة لتصلح للنائد المتلألئة المختلفة وأهم إختلاف هو بين وقت الإتصال بين النبيذ والثفل بعد أخذبريز دى موس Prise de mousse. وفى الآتى بعض هذه الإختلافات.

قاعدة النبيـــد ←	تنك التخمر ←	تنك التبريد ←	مرشح أو طارد مركزى كتيم
+ خمائـــــر	تحت ضغط	تحت ضغط	↓
+ شراب سكرى			
	العبزجة عند تساوى الضغط →		تنك الضغط للنبيذ المتلألىء

الصورة (٢): طريقة شارمات لإنتاج النبيذ المتلألىء فى تنك.

١- شارمات القصيرة short Charmat مع فصل النبيذ المتلألىء بعد التخمر ويستخدم فيما يسمى الأنبذة البراقة الأروماتية وفيها يحدث التخمر مع بدء قاعدة النبيذ الذى يحتوى كلاً من السكر لأخذ الرغوة prise de mousse والسكر الزيادة الذى يعطى متبقى السكر فى الناتج النهائى. وأهم خاصية فى إنتاجها هو غياب السكر المضاف والسكر المتبقى فى الناتج النهائى يكون راجعاً إلى السكر الطبيعى الموجود فى عصير ماقبل التخمر must. وفى تحضيرها تحصد الأعناب عند طور النضج المناسب وتضغط والعصير ماقبل التخمر الناتج يروق بواسطة تكرير الترشيح ثم يعتق فى تنك ضغط على صفر°م حتى أخذ الرغوة والعبزجة تحدث بعد الترشيح التعقيمى لضمان الطزاجة الأروماتية والمحتوى الكحولى فى الناتج النهائى هو ٨٪ مع حوالى ١٠٪ سكر متبقى.

٢- شارمات القصيرة مع زمن قصير للإتصال بالثفل ويستخدم لتحضير أنبذة متلألئة بسيطة.

٣- شارمات الطويلة: ويتميز بفترة تعتيق لعدة أشهر إلى سنة وخلالها يبقى النبيذ على إتصال بالثفل على ١٠ - ١٢°م ثم يبرد النبيذ المتلألىء ويضاف إليه جرعة معينة من ليكير السرعة/الإرسال liqueur d'exppedition ويروق ويرشح للتعقيم ويعبزج عند تساوى الضغط. وفى بعض الحالات فإن العملية تنتهى بالتسخين إلى ٣٤ - ٣٦°م لضمان الثبات البيولوجى. وفى تحوير فى الإتحاد السوفيتى فالعملية تشتمل على سلسلة من تنكات الضغط المتصلة تحفظ على ظروف تساوى الضغط isobaric بواسطة خط توزيع غاز (نتروجين)

وعوامل العملية المختلفة (إعادة التخمر، الترويق، الترشيح، والعبزجة) تحدث أثناء إنسياب النبيذ المستمر من تنك إلى آخر حتى فى النهاية يتحصل على النبيذ المتلألىء النهائى. وتبعاً للمؤلفين الروس فهذه العملية تعطى منتجات عالية الجودة مع التوفير.

مقارنة الجودة فى الطريقتين: النبيذ البراق المعاد تخمره فى الزجاجة يمثل أحسن إنتاج لأنه يعكس الخلط المتناسق للعوامل الطبيعية (الجو والأرض والكرم) مع العوامل التقنية، والإحساسات: الرائحة والمذاق تأتى من نشاط الخميرة الأيضى ومن تفاعلات تحدث أثناء التعتيق على الثفل. وهذا الأخير له أهمية كبرى لأنه أثبت أنه أثناء مرحلة التعتيق فإنه يحدث تحلل ذاتى autolysis لخلايا الخميرة وهذا يرتبط مع نشاط إنزيمات داخل الخلية تؤدى إلى تكسير الخلية إلى حد ما مما يتوقف على سلالة الخميرة والظروف البيئية مع تكوين مواد نشطة عضوية حسية. وإنتشار المواد المحللة ذاتياً يساعد عليه نفاذية جدار الخلية، ولكن الفقد الكيماوى والتركيز المنخفض للمواد الداخلة فى التحلل الذاتى يجعل التعرف عليها صعباً. وهذه المواد يدخل فيها أحماض أمينية وببتيدات وأحماض عضوية طيارة وألدهيدات وكيتونات ومركبات كبريتية وهذه تنتشر مع المركبات الموجودة فى قاعدة النبيذ و/أو تتكون بالتفاعلات الكيماوية والحيوية أثناء أخذ الرغوة prise de mousse وكل من هذه المركبات له نكهته الخاصة ولكن من الصعب تعيين أى منها له الدور الأولى فى تعريف الخواص العضوية الحسية للنبيذ المتلألىء.

وطريقة شارمات تصلح لتحضير أنبذة براقة صغيرة ذات نكهات طازجة وفاكهية وأنبذة متلألئة أروماتية ولها عصير فواح يعود غالباً إلى مواد طبيعية فى العنب (مثلا الموسكاتو Moscato). وإذا عتقت على الثفل فهذه الأنبذة المتلألئة تفقد تناسق النكهات وتميل إلى أن تصبح "مستهلكة بالقدم decrepit" ولذا يرغب فى إنتاجها فى تنكات ضغط. وعملية تنك الضغط تصلح للأنبذة البراقة التى تصلح للتعتيق الطويل على الثفل وفى هذه الحالة فإن الخواص الحسية للمنتج تقترب من تلك المخمرة للنبيذ المتلألىء فى الزجاجات لأنه يحدث نفس نوع التحلل الذاتى لخلايا الخميرة فى تنك الضغط. وترجع الإختلافات فى الخواص العضوية الحسية والتكوينية بين منتجات الشارمات والشامبنواز إلى بعض الخطوات (الطرد المركزى والترشيح ... الخ) فى دائرة العملية التى تؤثر عكسياً على البوكيه bouquet إذا قورن ذلك مع المتحصل عليه بالتحلل الذاتى ومن نقطة إقتصادية فإن طريقة شارمات الطويلة تسمح بإنتاج نبيذ متلألىء بتكاليف أقل كثيراً من طريقة الشامبنواز.

العيوب والنكهات غير المرغوبة

يمكن أن تتأثر التفاعلات الكيماوية والكيموحيوية التى تحدث أثناء المراحل المختلفة لعمل النبيذ البراق عكسياً بالنقص التكوينى لقاعدة النبيذ و/أو بتأثيرات تقنية.

التدهور من الكائنات الدقيقة: يحدث وقف و/أو إنحراف لعملية التخمر أثناء إعادة التخمر مما يؤدى إلى تجمع أيضات معينة ووجود نكهات غير مرغوبة و/أو عبير غير مرغوب. ومن بين الأيضات غير المرغوبة يجب ذكر مركبات الكبريت (ثيولات وثانى كبريتيد عضوى) وتكوينها يساعد عليه البيئة المختزلة فى الزجاجة أو تنك الضغط وأيضاً تركيز كب أ، المرتفع. بجانب أن وجود بكتيريا اللاكتيك أثناء مرحلة "أخذ الرغوة prise de mousse" قد يساعد على تحورات غير مرغوبة حسية ومعقدة حيث أن مدى متسع من المركبات (هكسوزات وبنتوزات وأحماض وجليسرين) يمكن أن تؤيض مع تكوين مواد غير مرغوبة. وبين النواتج الجانبية العديدة للتخمر المالولاكتيك malolactic يلعب ثنائى الأسيتيل diacetyl دوراً مهماً نظراً لإنخفاض عتبة التعرف عليه جداً (٠,٣ - ٠,٤ مجم/لتر) ويعتقد أن هذا المركب مع مركبات أخرى مسئول عن عبير الزبد الذى يوجد أحياناً فى الأنبذة البراقة.

العيوب الفيزيقية الكيماوية physicochemical defects

الأكسدة oxidation: من بين العيوب التى تحدث فى الأنبذة المتلألئة تدهور المذاق واللون الذى يتبع عمليات الأكسدة. وهذه التفاعلات تأتى من ذوبان كميات صغيرة جداً من الأكسجين فى النبيذ البراق أثناء أخذ الرغوة prise de mousse وخاصة أثناء الرمى/اللفظ disgorging وإضافة شراب السكر. والأكسدة قد تسبب تغيرات فى اللون والمذاق ويشار إليها عادة بأنها مؤكسدة oxidized أو باهتة/عديمة النكهة flatness أو فاكهة زائدة النضج overripe fruit.

نكهات ضوء الشمس sunlight flavors: هذه يمكن وجودها فى النبيذ المتلألىء عقب التعرض للضوء ومسئول عنها مركبات الكبريت وهذه المركبات تنتج ضوئياً من الأحماض الأمينية الكبريتية خلال الريبوفلافين وتحدث فى النبيذ البراق على تركيزات من ٦٠ - ٣٦٠ ميكروجرام/لتر.

الفلينة corkiness: وهذا تدهور عضوى حسى يرتبط بالفلين ويحدث أحياناً بالرغم من ضبط الجودة للفلين المستخدم فى زجاجات النبيذ البراق. وقد أقترح أن هذه الرائحة غير المرغوبة تنتج عن عوامل كائنات دقيقة من سلالات الـ *Penicillium* و Aspergillus و *Streptomyces*. وهذه الكائنات الدقيقة الموجودة أصلاً فى الفلين و/أو التى تنتج أثناء أى من مراحل المعاملة التى تؤثر على الخواص العضوية الحسية المعروفة بإسم "الفلينة corkiness" و/أو "المذاق المتعفن musty taste".

الأهمية الغذائية dietary importance

فى مبدأ القرن التاسع عشر أمكن معرفة ستة مكونات فى النبيذ: الحمض والكحول والطرطر والمستخرجات والعبير وعوامل التلوين. ومع تقدم التحاليل أمكن التعرف على ٣٠٠ مكون من

كربونيلات وأسيتالات وكحولات وأحماض طيارة وأحماض أيدروكسية وأحماض ثابتة وأسترات ومركبات نتروجين ومركبات تربينية وفينولية مع مضافات وملوثات.

ويتوقف محتوى الكربوايدرات على نوع النبيذ (الجدول ٢) فيوجد الجلوكوز والفركتوز على هيئة آثار في نبيذ المائدة. فالسكروز يوجد أساساً في النبيذ الحلو فالبورت يحتوى ٧جم سكريات لكل لتر. ولكن السكر يساهم قليلاً جداً في محتوى الطاقة للنبيذ فالطاقة تأتي أساساً من الإيثانول بمعدل ٢٩,٨٢ كيلو جول/جم (٧,١ كيلو سعر/جم). وكمية الإيثانول تحددها نسبة السكر الأصلية في عصير ماقبل التخمر ودرجة التخمر وتتراوح مابين ٦ – ١٥٪ وعادة ٩ – ١٢٪ وزن/حجم.

جدول (٢): محتوى الكربوايدرات في النبيذ.

كربوايدرات	المحتوى (جم/لتر)
جلوكوز + فركتوز	آثار
سكروز	فقط في الأنبذة الحلوة
أرابينوز	٠,٣ – ٢,٠
زيلوز	٠,٠٥
ريبوز	٠,١
صموغ + بكتينات + سكريات عديدة	٢ – ٤

والأنبذة المقواة fortified مثل الشيرى والبورت بها إيثانول مضاف لرفع التركيز إلى ١٥٪ وزن/حجم وذلك لمنع أيض الكحول إلى حمض في المناطق الدافئة. وعلى ذلك فلتر واحد من نبيذ المائدة يحتوى ٦٠ – ١٥٠جم من الكحول يعطى ١٦٨٠ – ٤٨٠٠ كيلو جول (٤٠٠ – ١٠٠٠ كيلو سعر). وزجاجة من نبيذ المائدة متوسطة ٧٠٠ مل تحتوى على ١٠٪ كحول تعطى حوالى ٢٠٠٠ كيلو جول (٥٠٠ كيلو سعر).

وتبلغ نسبة الببتيدات العديدة من ٢–٤ جم/لتر والأحماض الأمينية في النبيذ منخفضة وتبلغ ٠,١ – ١ جم / لتر كما يمكن وجود إنزيمات مثل ميثيل أسترات البكتين وعديد الجالاكتيوريناز والكتالاز (الجدول ٣).

جدول (٣): الأحماض الأمينية في النبيذ.

الحمض الأميني	المحتوى (مجم/لتر)	الحمض الأميني	المحتوى (مجم/لتر)
أرجينين	٥٠	ليسين	٥٠
أسبارتيك	٣٠	برولين	١٠٠–٥٠٠
جلوتاميك	٢٠٠	سيرين	٥٠
أيزولوسين	٢٠	ثريونين	٢٠٠
لوسين	٢٠	فالين	٤٠

وتركيز المعادن في النبيذ قد يصل إلى ١ جم/لتر. وأهم المعادن الموجودة البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والصوديوم. وقد تم تحديد ٠,٣جم رصاص في اللتر من النبيذ ومتوسط محتوى الكروم هو ٦٥ ميكروجرام / لتر (الجدول ٤).

كما أن محتوى الفيتامين منخفض ولكن كل الفيتامينات الذائبة في الماء يمكن وجودها تقريباً وفيتامين ب، يتكسر بواسطة أندريد الكبريتوز والذى يمكن أن يضاف لمعادلة الإسيتالدهايد (الجدول ٥).

جدول (٤): محتوى المعادن والمعادن النادرة فى النبيد الأبيض والأحمر.

المعدن	المحتوى (مجم/لتر)	
	نبيد أبيض	نبيد أحمر
كالسيوم	١١٠–٨٠	١٤٠–٣٤
كلوريد	٨٠–٢٠	٣٩٠–١٨
كوبلت	صفر–٠,٠١٢	صفر–٠,٠١٢
نحاس	١,٠–٠,٤	–
فلوريد	٠,٢	٠,٤٠–٠,٠٦
يوديد	٠,٦–٠,١	٠,٦–٠,١
حديد	١٠–٤	–
مغنيسيوم	١٥٠–٦٠	١١٠–٦٥
منجنيز	صفر–٣	صفر–٢
فوسفور	٢٠٠–١٠٠	٤٠٠–١٥٠
بوتاسيوم	٩٢٠–٦٦٠	١١٦٠–٧٥٠
صوديوم	٤٠–٥	١٤٠–١٠
خارصين	٣,٤–١	٣–١

جدول (٥): محتوى الفيتامين فى النبيد.

الفيتامين	المحتوى (مجم/لتر)
حمض الاسكوربيك	١٠ – ١٥
بيوتين	٠,٠٠٦ – ٠,٠٤٦
ميزواينوسيتول	٢٠٠ – ٧٠٠
نيكوتيناميد	٠,٨ – ١,٩
حمض بانتوثينيك	٠,٥٠ – ١,٢٠
بيريدوكسين (ب٦)	٠,١ – ٠,٤٥
ريبوفلافين (ب٢)	٠,٠٦ – ٠,٣٦
ثيامين (ب١)	٠,٠٠٥ – ٠,٠٤

الإمتصاص والأيض absorption & metabolism: معدل إمتصاص الكحول ينقص فى وجود الغذاء فى المعدة خاصة الأغذية الدهنية. والمشروبات الكحولية الخفيفة مثل البيرة والنبيد المخفف تمتص أقل سرعة عن المشروبات ذات المحتوى الكحولى العالى. و ٥٪ من الكحول المتناول يترك الجسم عن طريق التنفس والبول والنفس ومعظم الباقى يؤيض فى الكبد بعكس معظم مصادر الطاقة الأخرى وعلى ذلك فإن تحليل النفس والبول يمكن إستخدامهما لتحديد المستويات التقريبية للكحول فى الدم لإغراض قانونية.

والتركيز فى الجسم يتوقف على حجم الجسم وعلى ذلك فهو يؤثر أكثر على الأشخاص الأصغر حجماً ومعدل التأكسد فى الكبد حوالى ٧ – ٩ جم كحول فى الساعة وعلى ذلك فالكحول الموجود فى ٢٠٠ مل من النبيد قد يكون موجوداً فى مجرى الدم لمدة ٣ – ٥ ساعات بعد الشرب. وأول مايتكسر من الكحول ينتج عنه أسيتالدهايد وهذا سام للقلب والمخ وبعد ذلك ماء وثانى أكسيد كربون.

التأثيرات الفسيولوجية والغذائية : النبيد مصدر للطاقة مع آثار من الفيتامينات القابلة للذوبان فى الماء والمعادن فيما عدا الحديد فهو موجود بنسبة ٥ – ١٠ مجم/لتر. وإستخدام الكحول المزمن بما فيه النبيد يقلل من إمتصاص المغذيات من الغذاء خاصة الفولات وفيتامينات ب١، ب٦، ب١٢ ولكن أيضاً المغذيات الكبرى بهدم بطانة المعدة والأمعاء الصغيرة وهذا يساهم فى سوء تغذية الذين يسينون إستخدام النبيد. ولو أن أهم سبب هو أن يحل

الكحول محل الأغذية كمصدر للطاقة مما ينقص من تناول المغذيات كثيراً. وعندما يساهم النبيذ فى أكثر من ٥٠٪ من الطاقة الكلية وفى حالات مرض الكبد المزمن الذى يؤدى إلى زيادة تكسر البروتين فإن متطلبات البروتين تكون أعلا من المعتاد. كما أن تكسر الكحول ينقص فى الجسم كنتيجة لنقص البروتين والطاقة.

وتأثير آخر هو التدخل فى أيض الأدوية ومع التعود على الإنزيمات الذى يحدث مع تناول كحول عالٍ فإن بعض الأدوية تؤيض بسرعة أكثر بحيث أن تأثيرها يقل جداً. وإذا أخذ الكحول فى نفس الوقت مع الدواء يمكن أن يكون هناك تنافساً لأنظمة الإنزيمات بحيث أن الدواء يبقى على مستوى عالٍ جداً فى مجرى الدم.

منافع ومضار تناول النبيذ

الصداع متصل بالأمينات الموجودة فى الأنبذة خاصة الأنبذة الحمراء ولكن التحليلات الحديثة أظهرت عدم وجود إرتباط مع الأمينات. وثانى أكسيد الكبريت يمكن أن يكون عاملاً هاماً فى الأزمة asthma الناتجة عن النبيذ فى الأشخاص الحساسين. وسمية الرصاص من النبيذ وجدت منذ عهد الرومان وقد ينتج عن تناول الأنبذة مرض النقرس gout.

وربما كان هناك تأثيراً هاماً ضد داء القلب الأكليلى coronary heart disease فإستهلاك ١-٢ كوب من النبيذ فى اليوم يرتبط بنقص فى الخطر قدره ٣٠ - ٧٠٪.

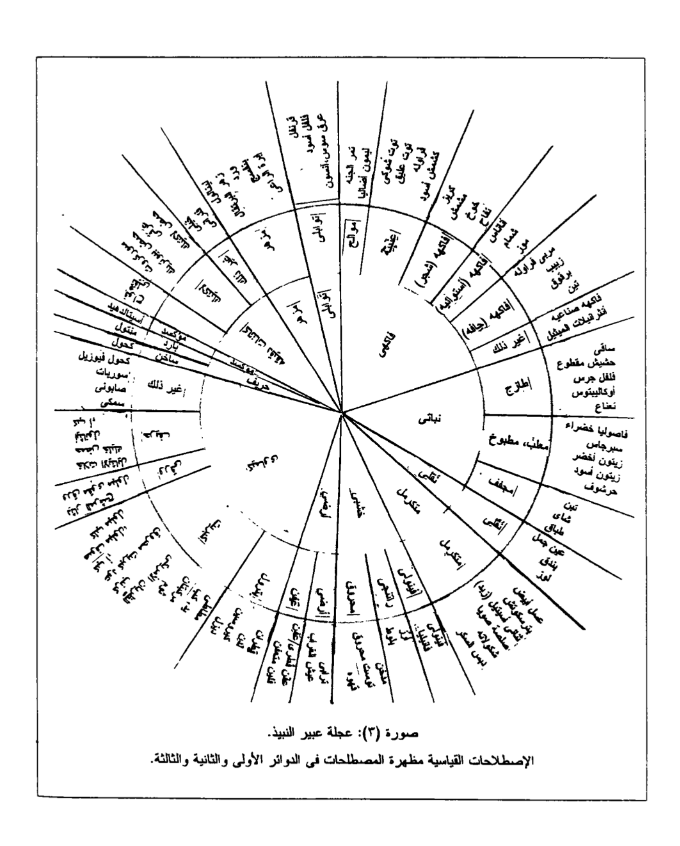
قياس مذاق النبيذ wine tasting

واحد من الطرق المستخدمة هى نظام دافيز ذى العشرين نقطة Davis 20-point system (الجدول ٦) وقد تم تحويره فى أستراليا بواسطة كلية النبيذ فى كلية الزراعة Australian Roseworthy Agriculture College (الجدول ٧). وهذه الطرق ماهى إلا طرق لتمرين المتذوقين. وقد تم عمل مصطلحات قياسية لتقدير النبيذ مما يسهل عمل وصف محدد وهذه تمثل فى عجلة عبير النبيذ Wine Aroma Wheel (الصورة ٣). وقد تم عمل نظام مشابه للنبيذ البراق والمصطلحات العامة توجد فى داخل العجلة والمصطلحات المتخصصة تزداد فى الأجزاء الخارجية للعجلة الثانية والثالثة ولتعريف المصطلحات فقد أوجدت مقاييس كمرجع (الجدول ٨).

جدول (٦): تحديد نقاط نظام دافيز ذى العشرين نقطة.

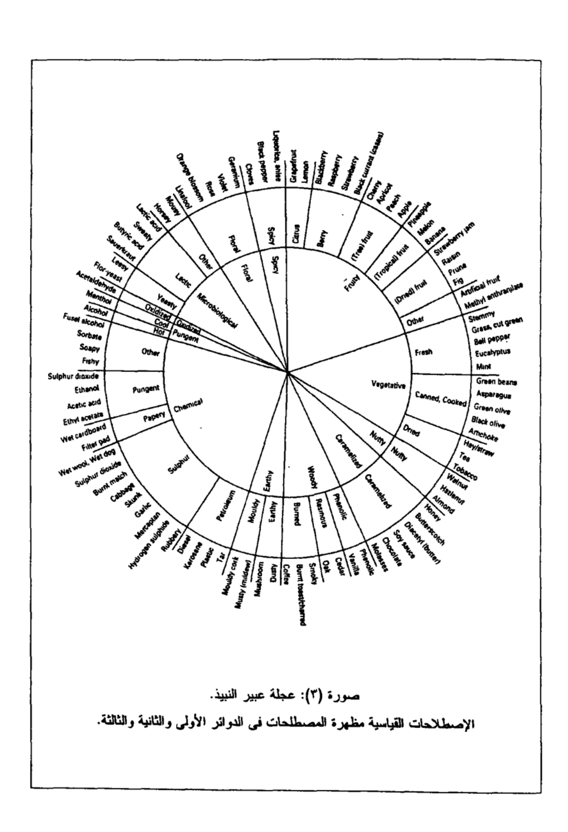
الخاصية	الوزن	الخاصية	الوزن
المظهر	٢	السكر	١
اللون	٢	الجسم body	١
العبير والبوكيه	٤	النكهة	٢
الحموضة المتطايرة	٢	العقولية	٢
الحموضة الكلية	٢	astringency	
		الجودة العامة	٢

١٧-٢٠ أنبذة ممتازة ويجب أن يكون لها خواص متميزة ولايوجد بها أى عيب ظاهر؛ ١٣-١٦ أنبذة قياسية بدون خاصية مميزة أو عيب؛ ٩-١٢ أنبذة مقبولة تجارياً مع عيب ملحوظ؛ ٥-٨ أنبذة تحت القبول التجارى؛ ١-٤ أنبذة فاسدة تماماً.



صورة (٣): عجلة عبير النبيذ.

الإصطلاحات القياسية مظهرة المصطلحات فى الدوائر الأولى والثانية والثالثة.



صورة (٣): عجلة عبير النبيذ.

الإصطلاحات القياسية مظهرة المصطلحات فى الدوائر الأولى والثانية والثالثة.

جدول يبين المصطلحات الإنجليزية وما يقابلها فى اللغة العربية المستخدمة في عجلة النبيد بدوائرها الثلاث.

الدائرة الوسطى	
Citrus	موالح
Berry	عنبية
(Tree) fruit	فاكهه (شجر)
(Tropical) fruit	فاكهه (أستوائيه)
(Dried) fruit	فاكهه (جافه)
Other	غير ذلك
Fresh	طازج
Canned, Cooked	معلب، مطبوخ
Dried	مجفف
Nutty	نقلى
Caramelized	متكرمل
Phenolic	فينولى
Resinous	راتنجى
Burned	محروق
Earthy	أرضى
Mouldy	عفن
Petroleum	بترول
Sulphur	كبريت
Papery	ورقى
Pungent	حريف
Other	غير ذلك
Hot	ساخن
Cool	بارد
Oxidized	مؤكسد
Yeasty	خميرى
Lactic	لاكتيك
Other	غير ذلك
Floral	مزهر
Spicy	توابلى

الدائرة الداخلية	
Fruity	فاكهى
Vegetative	نباتى
Nutty	نقلى
Caramelized	متكرمل
Woody	خشبى
Earthy	أرضى
Chemical	كيماوى
Pungent	حريف
Oxidized	مؤكسد
Microbiological	كائنات دقيقه
Floral	مزهر
Spicy	توابلى

Coffee	قهوه
Dusty	ترابى
Mushroom	عيش الغراب
Musty (mildew)	عفن فطرى/عفن
Mouldy cork	فلين متعفن
Tar	قطران
Plastic	لدن
Kerosene	كيروسين
Diesel	ديزل
Rubbery	مطاطى
Hydrogen sulphide	يد، كب
Mercaptan	مركبتان
Garlic	ثوم
Skunk	الظربان الأمريكى
Cabbage	كرنب
Burnt match	عود كبريت محروق
Sulphur dioxide	كب أ،
Wet wool, Wet dog	صوف مبلول، كلب مبلول
Filter pad	بثار المرشح
Wet cardboard	ورق مقوى مبلول
Ethyl acetate	خلات الأيثايل
Acetic acid	حمض خليك
Ethanol	أيثانول
Sulphur dioxide	كب أ٢
Fishy	سمكى
Soapy	صابونى
Sorbate	سوربات
Fusel alcohol	كحول فيوزيل
Alcohol	كحول
Menthol	منتول
Acetaldehyde	أسيتالدهيد
Flor-yeast	فواح
Leesy	ثفلى
Sauerkraut	سوركروت
Butyric acid	حمض بيوتريك
Sweaty	عَرَقى
Lactic acid	حمض لاكتيك
Horsey	خيلى
Mousy	فئرانى
Linalool	لينالول
Orange blossom	زهر البرتقال
Rose	ورد
Violet	بنفسج
Geranium	إبرة الراعى
Cloves	قرنفل
Black pepper	فلفل أسود
Liquorice, anise	عرق سوس،انسون

الدائرة الخارجية	
Grapefruit	تمر الجنه
Lemon	ليمون أصاليا
Blackberry	توت شوكى
Raspberry	توت عليق
Strawberry	فراوله
Black currant (cassis)	كشمش أسود
Cherry	كريز
Apricot	مشمش
Peach	خوخ
Apple	تفاح
Pineapple	أناناس
Melon	شمام
Banana	موز
Strawberry jam	مربى فراوله
Raisin	زبيب
Prune	برقوق
Fig	تين
Artificial fruit	فاكهه صناعيه
Methyl anthranilate	أنثرانيلات الميثيل
Stemmy	ساقى
Grass, cut green	حشيش مقطوع
Bell pepper	فلفل جرس
Eucalyptus	أوكاليبتوس
Mint	نعناع
Green beans	فاصوليا خضراء
Asparagus	أسبرجاس
Green olive	زيتون أخضر
Black olive	زيتون أسود
Artichoke	خرشوف
Hay/straw	تبن
Tea	شاى
Tobacco	طباق
Walnut	عين جمل
Hazelnut	بندق
Almond	لوز
Honey	عسل أبيض
Butterscotch	بترسكوتش
Diacetyl (butter)	ثنائى أسيتيل (زبد)
Soy sauce	صلصة صويا
Chocolate	شكولاته
Molasses	دبس السكر
Phenolic	فينولى
Vanilla	فانيليا
Cedar	أرز
Oak	بلوط
Smoky	مدخن
Burnt toast/ charred	توست محروق

جدول (٧): جدول كلية الزراعة فى أستراليا.

الخاصية	الدرجة الممكنة
المظهر	أقصى مايمكن ٣
اللون	(أقصى مايمكن ٢)
يقابل المواصفات	٢
يوجد به بعض ألوان خفيفة	١,٥-٠,٥
غيرصحيحة	
لايقابل المواصفات	صفر
الروقان clarity	(أقصى مايمكن ١)
ساطع brilliant	١
رائق	٠,٥
كامد dull	صفر
العبير	أقصى مايمكن ٧
الشدة	(أقصى مايمكن ٤)
عبير العنب/البلوط/	
تعقد الزجاجة	٤-٢
نبيذى vinous	١,٥-٠,٥
متعادل	صفر-٠,٥
عيوب	(أقصى مايمكن ٣)
لايوجد	٣
يمكن الشعور بها	٢,٥-١
خطيرة	صفر-٠,٥
حمض خليك، خلات الإيثايل،	
كب أ٢، عفن بكتيرى، مؤكسد،	
خميرى، فلينى. ...ألخ	
النكهة بالفم	أقصى مايمكن ١٠
الشدة	(أقصى مايمكن ٣)
النكهة الكاملة/الإستمرار	٣-٢
متوسط	١,٥-١
متعادل/رفيع	صفر-٠,٥
حمض متوازن، اطرح من	
الزيادة أو الحموضة المنخفضة	(أقصى مايمكن ٢)
العيوب	(أقصى مايمكن ٣)
غيابها	٣
يمكن الشعور بها	٢,٥-١
خطيرة (مرارة وإنقباض...الخ)	صفر-٠,٥
الجودة الكلية والتوازن	أقصى مايمكن ٢
نبيذ مميز	٢
كافٍ	١
متعادل أو معيب flowed	صفر

التحليل الوصفى descriptive analysis

بعكس مايفعله الخبراء من إعطاء التأثير الكلى لأفضليات النبيذ ولكن لايوفرون أى وصف للنكهة أو لأسباب الجودة فالتحليل الوصفى يوفر معلومات متخصصة عن النبيذ. وفى المصطلحات الوصفية، مثل مافى عجلة عبير النبيذ wine aroma wheel التى تُعَرَف وهذا ضرورى لوصف والتفرقة بين الأنبذة. ولكل صفة يوجد مقاييس كمرجع وضعت لتعرف خواص العبير والمذاق. ويمكن للمتذوقين المتمرنين تحت ظروف مضبوطة إعطاء معلومات محددة عن نكهة النبيذ. ولكل صفة يوفر مقياس مرجع يُعَرِف كل خاصية عبير أو مذاق. وشدة كل مصطلح تقدر فى كل نبيذ وتحلل النتائج إحصائياً لإثبات أن المتذوقين كانوا ثابتين consistent ويمكن تكرار نتائجهم reproducible ولتقدير ما إذا كانت الفروق مابين الأنبذة جوهرية.

وباستخدام التحليل الوصفى يمكن للمتذوقين المتمرنين أن يقدروا النكهة بخواص الفم والعبير باستخدام المقاييس المرجع كما فى الجدول (٨).

جدول (٨): تكوين العبير كمقياس مرجع.

المصطلح	التكوين
عنيبى berry	١جم توت شوكى، ١٥جم توت العليق، ١٠جم فراولة (مربى)، ١٠جم مربى تـوت عليق فى ٣ مل قاعدة نبيذ.
فانيليا	٠,١ مل مستخلص فانيليا فى ٢٥ مل قاعدة نبيذ.
بترسكوتش butterscotch	٠,٢-٠,٣ مل مستخلص زبد فى ٢٥ مل قاعدة نبيذ.
خُضَرِى vegetative	٠,٢ مل مأج هليون، ٠,٤ مل مأج زيتون أسود، ١,٥ مل مأج فاصوليا خضـراء فى ٢٥ مل قاعدة نبيذ.
فلفل جرس bell pepper	٠,١ جم فلفل جرس طازج فى ٢٥ مل قاعدة نبيذ.
قرنفل	٣ قرنفل كامل فى ٢٥ مل قاعدة نبيذ.
صويا	٠,٤ مل صلصة صويا فى ٢٥ مل قاعدة نبيذ.
نعناع mint	قطعة من ورق يوكاليبتس eucalyptus و ٠,٠٥ مل مستخلص نعنـاع اليوكـاليبتس mint eucalyptus فى ٢٥ مل قاعدة نبيذ. وقاعدة النبيذ كانت متعادلة لنبيذ أحمر له شدة منخفضة.

النبق
Christ-thorn/Jerusalem thorn

الإسم العلمى *Poliurus spina-chnsti*

الفصيلة/العائلة: سدرية Rhamnaceae (buckthorn)

بعض الأوصاف

الأوراق متبادلـة غـير منقسـمة وأحيانـاً مسـننة وفـى صفين وبها أشواك والأزهار مزدوجة الجنس فى إبط وأحياناً فـى النهايـة كـل منـها لهـا خمـس سـبلات وبتلات وسداة stamens ومبيض والثمار الصغيرة كروية مع حد أو جناح يحيـط بـالجزء المركـزى. وهـى بعكـس *Rhamnus* الـ *Zizyphus* جافـة عوضـاً عـن كونـها لحميـة. والبعـض يعتقـد أن *Zizyphus spina-christi* أنه نفس النبات. وقد تكـون عشـب أو شجرة تصل إلى ٢٠ قدماً والأزهـار صفراء مخضرة يعقبها ثمار صفراء بنية ٣/٤ - ١ بوصة فى العرض.

نتروجين/أزوت nitrogen

عنصر غازى عديم اللون والرائحـة يكـون حـوالى أربعة أخماس من حجم الجو ويوجد متحداً بعناصر أخرى فى الأنسجة الحيوانية والنباتية خاصة فـى البروتينات.

النترات والنتريت nitrates & nitrites

توجد النترات والنتريت فى الأغذية ومياه الشرب ووجودها فى الأغذية هو نتيجة دورة النتروجين والنترات مكونات طبيعية لكثير من أنواع التربة وتوجد فى معظم النباتات النامية والماء التى قد تستخدم للأغذية والطبخ. وأهم مصدر فيما عدا الماء هو إستهلاك الأغذية وأهمها الخضروات التى تعطى ٧٥٪ من الكمية المتناولة ومنها الكرنب والكرفس والخس والبطاطس والجزر والبنجر والسبانخ وهذه بها نسب عالية من النترات ولكن كميات صغيرة من النتريت وتأتى من الأسمدة النتروجينية. ومن المصادر الأخرى اللحوم المعالجة والفواكه والعصائر واللبن ومنتجات اللبن والخبز وكمية مايتناوله الإنسان من النتريت صغيرة جداً بالنسبة للنترات وأهم مصادرها اللحم المعالج ثم السمك والجبن والحبوب والخضر نتيجة التكوين أثناء التخزين و/أو الطبخ.

وجزء من النترات يتحول إلى نتريت بواسطة الإنزيمات مثل السبانخ و/أو البكتريا الموجودة فى الأغذية وبواسطة أدوات المطبخ الألومنيوم وأثناء التخزين فى الأغذية المعبأة تحت فراغ (الباكون) ونشاط ردكتاز النترات يتهدم أثناء الطبخ كما تقل محتويات النتريت فى الباكون والهام بمقدار ٢٠ - ٩٠٪ بالتحمير أو الشوى أو الغليان.

وتضاف النترات والنتريت كمواد حافظة لبعض الأغذية خاصة اللحوم والجبن فيضاف النتريت للحوم - من قديم الزمان - حيث يعمل ثلاث وظائف: ١- يثبط تكوين الزعاف بواسطة *Clostridium butulinum*. ٢- مسئول عن اللون الوردى المميز المرتبط باللحوم المعاملة بالنتريت وهذا اللون ينتج عن النتروزامين فى هيم الميوحلوبين مكوناً نتروزوهيموكروم nitrosohaemochrome. ٣- يثبت نكهة اللحوم المخزنة بمنع تكون منتجات الأكسدة غير المرغوبة. وقد أضيفت النترات للأغذية لنفس أسباب إضافة النتريت.

واللعاب هو مصدر هام للنترات والنتريت المتناول لأن النترات المفرزة فى اللعاب تأتى أساسا من مصادر غذائية خاصة الخضر والتعرض يكون لمستويات منخفضة بعكس مايحدث من اللحوم المعالجة.

آلية الدخول لماء الشرب

الوجود الطبيعى للنترات والنتريت فى ماء السطح وماء الأرض الذى يمكن أن يستخدم للشرب ينتج عن الهدم الطبيعى بواسطة الكائنات الدقيقة للمواد النتروجينية مثل البروتين فى النبات والأنسجة الحيوانية وإفرازات الحيوانات. وفى الماء المؤكسجن الطبيعى يتأكسد النتريت بسرعة إلى نترات وعلى ذلك فنسبة النتريت صغيرة جداً. وزيادة نسبة النترات فى الماء الأرضى أو فى ماء القرى أو المدن ينتج عن التلوث بواسطة نقايا الإنسان أو الحيوان أو من الأسمدة النتروجينية. وتبلغ نسبة النتريت فى ماء الصنبور <٠,٠٠٥ مجم ن-نتريت/لتر والنترات أقل من ٥ مجم ن-نترات/لتر.

الأيض والتفاعل مع المكونات الأخرى للأغذية فى الخلية *in vivo*

كل من النترات والنتريت يمتص بسرعة بواسطة الجسم وتمتص النترات المأخوذة بواسطة النقل السلبى من الأمعاء الصغرى فى الإنسان والنتريت

خلال الغشاء المخاطى للمعدة أو جدر الأمعاء بواسطة الإنتشار وتوزع على الأنسجة المختلفة ولكنها لاتتراكم فيها. والنترات لاتؤيض إلى مركبات أخرى فى الخلية ولكن تحول إلى نتريت بفعل إختزال بكتيريا فى القناة الهضمية وتجويف الفم. والنترات تحول الهيموجلوبين إلى ميتهيموجلوبين وهذا لايستطيع حمل الأكسجين إلى الأنسجة. والإمتصاص سريع وأكثر من ٥٠٪ من الجرعة الفمية يمكن وجودها فى تركيزات النترات فى الإنسان فى سوائل الجسم (السيرم واللعاب واليوريا) وتصل إلى القمة خلال ١-٣ ساعات بعد تناول الغذاء أو الماء. وحوالى ٦٠ - ٧٠٪ من النترات المأخوذة يفرز فى البول وحوالى ١٪ فقط فى البراز.

وكنتيجة لإختزال بكتيريا لنترات اللعاب فى الفم والمرىء فإن ٥٪ من النترات المأخوذة يتحول إلى نتريت وحوالى ٢٥٪ من النترات الممتصة يفرز فى اللعاب. وبجانب التعرض المباشر للنترات من الأغذية وماء الشرب فإن التخليق الداخلى للنترات يمكن أن يحدث فى الإنسان وحيوانات التجارب. وإفراز النترات الداخلى فى البول يقدر بمتوسط ١ مجم/كجم من وزن الجسم/يوم على المأخوذ الغذائى للنترات والنتريت.

التفاعل مع المكونات الأخرى فى الأغذية وفى جسم الإنسان

النترات والنتريت خاصة النتريت تساهم فى نترزة الأمينات والأميدات الموجودة فى جسم الإنسان والأغذية وتنتج ن-مركبات نتروزو *N*-nitroso compounds ومعظمها مسرطن carcinogens. وسوالف ن-مركبات نتروز/فى الأغذية وجسم الإنسان من نوعين: عوامل النترزه وتلك التى تصبح مُنْتَرَزة nitrosated.

والنترات من مواد النترزة nitrosinating وتحول أولاً إلى ثنائى نتروجين ثلاثى الأكسيد dinitrogen trioxide أو رباعى أكسيد tetraoxide أو عوامل نترزة أخرى. والنترات يجب أن تحول أولاً إلى نتريت بواسطة الكائنات الدقيقة التى تحتوى على نشاط ردكتاز النترات.

والنوع الثانى من السوالف هى الأمينات والأميدات التى يمكن نترزتها nitrosated. ومثلاً الأغذية المرتفعة فى البروتين مثل السمك الذى يجفف ويخزن لمدة طويلة به محتوى مرتفع من الأمينات والأميدات الحرة. وكلما إرتفع محتوى الأمين الحر للحم الخنزير أثناء التخزين فإن كمية مركبات ن-نتروزو (م ن) *N*-nitroso compounds (NOC) المتكونة بعد المعالجة والتجميد تزيد.

والنترزة nitrosation الداخلية يمكن أن تحدث خلال عدة طرق بما فيها التفاعلات الكيماوية خاصة فى المعدة الحمضية والمفاعلات التى تتوسط فيها الخلية والتى تشتمل على لاقمات كبيرة macrophages والبكتيريا وربما خلايا ظاهرية endothelial cells. وطريق الحيوانات الثديية المحفز بالخلية يستخدم الأرجينين كمادة سلف لعوامل النترزة ويتأكسد ل-أرجينين L-arginine إلى نترات/نتريت عن طريق أكسيد النيتريك (أ ن NO) nitric oxide.

ويقاس مدى تكون مركبات ن-نتروزو الداخلية بواسطة ن-نتروزو برولين البولي وهو يتأثر بالأسلاف الغذائية وبالمثبطات وتختلف كميات النتروزو برولين المتكونة من ٤ - ٢٤ ميكروجرام/ ٢٤ ساعة تبعاً للبلد.

تثبيط وحفز إنتاج مركبات النتروزو

حمض الاسكوربيك والـ α-توكوفيرول تحول عوامل النترزة إلى منتجات غير ضارة innocuous. والمثبطات الأخرى التى تنافس على الأمينات للنترزة تشمل الأحماض الأمينية والثيولات thiols ومضادات الأكسدة الفينولية وحمض الجاليك واليوريا والكبريتيت وإن كانت لاتعادل الـ α-توكوفيرول ولا حمض الاسكوربيك. وتفاعل الأمينات مع ن٢ أ٣ يمكن إعتباره من المفاعلات التى تهاجم عند المراكز الموجبة (reagents which react at positive centre) nucleophilic attack بواسطة الأمين على نتروجين النتروزيل فى أ ن-ن أ٢ ON-NO2. وعدة من الأنواع المتصلة مثل أ ن-كب ك ن ON-SCN أو أ ن-كل ON-Cl أو أ ن-بر ON-Br متفاعلة مع الأمينات وبالتالي كب ك ن⁻ أو أيونات الهالوجينات تعمل كحوافز عندما تكون موجودة فى نظام التفاعل نظراً لتكون هذه المركبات المنترزة. والثيوسيانات والكلوريد توجد فى بعض السوائل الفسيولوجية مثل اللعاب والعصير المعوى.

الأهمية السمية المحتملة

النترات كما هى perse ليست سامة فى المستويات الموجودة فى الغذاء عادة والسام فيها هو النتريت (الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم) وترجع سمية النترات للإختزال فى الخلية *in vivo* إلى نتريت.

الميتهيموجلوبين: النتريت يؤكسد مباشرة حديدوز الهيموجلوبين (ح II) إلى حديديك (ح III) والذى لايستطيع ربط الأكسجين. وعادة ١-٢٪ من هيموجلوبين الجسم يكون فى شكل ميتهيموجلوبين ولكن إذا زادت النسبة على ١٠٪ يمكن تحديد الآثار الأكلينيكية والوصول إلى نسبة ٣٠ - ٤٠٪ يؤدى إلى عدم كفاية الأكسجين للجسم anoxia. وقد حدث أنه فى بعض البلاد التى تحتوى على مصادر مياه بها مستويات عالية من النترات تسببت فى حالات ميتهيموجلوبين فى الأطفال نتج عنها موت. وتتسم النترات والنتريت بأنها مواد لم يثبت أنها مسرطنة.

• القوانين والمستويات فى الغذاء والماء

القوانين والغذاء

النتريت يتفاعل جداً فى الغذاء بينما النترات غير متفاعلة. وفى الولايات المتحدة يسمح بـ ١٢٠ مجم/كجم نتريت صوديوم ، ١٤٨ مجم/كجم لملح البوتاسيوم فى كل المنتجات المعالجة بما فيها الباكون مع ٥٥٠ مجم/كجم اسكوربات الصوديوم. وفى المملكة المتحدة نتريت ونترات الصوديوم يجب ألا تزيد على ١٥٠مجم/كجم ومن هذه يجب ألا يكون ٥٠ مجم/كجم نتريت صوديوم.

القوانين ومياه الشرب

يسمح بـ ٤٥ - ٥٠مجم نترات/اللتر أو ١٠ مجم ن-نترات/لتر وفي اليابان ١٠مجم/لتر.

ويسمح بالمأخوذ المقبول اليومى للنترات والنتريت (معبراً عنها بـ ن أ٣⁻ ، ن أ٢⁻) بمقدار ٢٢٠ مجم ، ٨ مجم بالتتابع لشخص وزنه ٦٠ كجم وهذه المستويات لاتنطبق على الأطفال ٦ أشهر والذين هم عرضة أكثر لتكون الميتهيموجلوبين.

(Macrae)

nitrogen balance توازن النتروجين

أنظر: بروتين

nitrosamine نتروزامين

يتكون ن-نتروزأمين N-nitrosamines بتفاعل كيماوى بين عامل نترزة nitrosating agent وأمين ثانوى أو ثالثى. والأمينات الأولية تتفاعل مع عوامل النترزة لتكون مشتقات ن-نتروزو غير ثابتة وتتكسر إلى أوليفينات olifins وكحولات. وتركيب عدة نتروزامينات يظهر فى الصورة (١).

وأكسيدات النتروجين (ن أس) حيث النتروجين فى حالة الأكسدة +٣ أو +٤ تعمل كعوامل نترزة خاصة أندريد النتروز ن٢ أ٣ وهذا يتكون بسهولة من النتريت فى محاليل مائية حمضية المعادلة (١)

٢ ن أ٢⁻ + ٢ يد⁺ ⇌ ن٢ أ٣ + يد٢ أ (١)

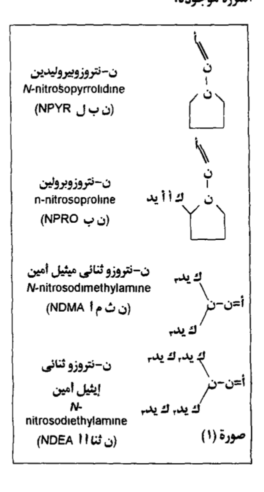
ثم يحدث:

ر٢ ن يد + ن٢ أ٣ ← ر٢ ن-ن=أ + يد ن أ٢ (٢)

ومعدل النترزة يتوقف على رقم جيد ويحكم عليه تركيزات الأمين والنتريت

معدل = ث [أمين] × [نتريت]٢ (٣)

وأمثل جيد لنترزة معظم الأمينات الثنائية هو مابين ٢,٥ ، ٣,٥ ولو أن معظم الأغذية هى أقل حموصة من جيد ٢.٥ - ٣.٥ فإن كثيراً من الأغذية حامضية بدرجة كافية للسماح بالنترزة. ورقم جيد ٢,٥ - ٣,٥ قريب بدرجة كافية لحموضة معدة الإنسان ليسمح بتكون النتروزامين إذا كانت الأمينات وعوامل النترزة موجودة.



صورة (١)

nitrosation inhibitors مثبطات النترزة

تتأثر النترزة بواسطة مدى متسع من الحوافز والمثبطات كحمض الاسكوربيك والتوكوفيرول وثانى أكسيد الكبريت فتثبط تكون النتروزامين

فحمض الاسكوربيك يختزل أندريد النتروز إلى أكسيد نيتريك:

حمض الأسكوربيك + ن$_{٢}$ أ$_{٣}$ ⟵

حمض ديهدرواسكوربيك +٢ ن أ + يد$_{٢}$أ (٤)

ولكن تحت ظروف مؤكسدة فأكسيد النيتريك يعود فيتحول إلى أندريد النتروز.

والتوكوفيرولات تثبط أيضاً النترزة وكلا حمض الاسكوربيك والتوكوفيرولات تضاف إلى اللحوم المعالجة ويضاف كب أ$_{٢}$ فى معاملة نتيشة الشعير لتثبيط النترزة.

السَّرْطَنَة carcinogenicity

أكثر من ٣٠٠ مركب من ن-نتروزو بما فيها النتروزامينات ثبت أنها مسرطنة والمعرض ٤٠ نوعاً من الحيوانات ومنها الرئيسات العالية higher primates معرضة لهذا النوع من السرطان.

التكون والوجود formation & occurrence

التكون الخارجى exogenous formation

الجدول (١) يعطى النتروزامينات الطيارة التى توجد فى الأغذية.

جدول (١): النتروزامينات الطيارة التى توجد فى الأغذية عموماً.

الغذاء	النتروزامين	المدى (ميكروجرام/كجم)	الوجود	
الباكون المحمر	ن.ثنا.م.أ، ن.ب.ل	١ – ١٠٠	ثابت	consistent
لحوم معالجة	ن.ثنا.م.أ، ن.ب.ل، ن.ب.ب	لايقدر – ٥٠	متقطع	sporadic
البيرة	ن.ثنا.م.أ	لايقدر – ٥	ثابت	consistent
الجبن	ن.ثنا.م.أ	لايقدر – ٥	متقطع	sporadic
سمك مطبوخ	ن.ثنا.م.أ، ن.ثنا.أ.أ	لايقدر – ٥٠	متقطع	sporadic
سمك مملح مجفف	ن.ثنا.م.أ، ن.ثنا.أ.أ	لايقدر – ١٠٠٠		
لبن فرز جاف	ن.ثنا.م.أ	لايقدر – ١	ثابت فى المنتجات المجففة بالنار المباشرة	consistent

ن.ثنا.م.أ: ن-نتروزو ثنائى ميثيل امين ؛ ن.ثنا.أ.أ: ن-نتروزو ثنائى إيثيل أمين ؛ ن.ب.ل: ن-نتروزو بيروليدين ؛ ن.ب.ب: ن-نتروزوبيبيريدين *N*-nitrosopiperidine

تتكون الأمينات فى الأغذية كيموحيوياً وبنشاط الكائنات الدقيقة وتوجد النتروزامينات فى الأغذية الآتية:

اللحوم المعالجة cured meats: تضاف النترات والنتريت لهذه اللحوم وتختزل النترات إلى نتريت بواسطة أنزيم ردكتاز النترات والذى يوجد فى عدد من البكتيريا. وتتحول النتريت إلى عوامل

نترزة وهذه تتفاعل مع الأمينات أثناء معالجة اللحم والتخرين والطبخ لتكون نتروزامينات. وتضاف النترات والنتريت منذ سنوات لمنع تكون زعاف الـ *Clostridium botulinum* فالنتريت مع ص كل يثبط هذا التكون. ويتفاعل النتريت مع صبغات اللحم لإعطاء اللون الوردى المرغوب ويمنع تكون نكهات غير مرغوبة. ويحتوى الباكون المحمر على ١ - ٢٠ ميكروجرام/كجم من ن.ب.ل ، ١-١٠ ميكروجرام من ن.ثنا.م.أ. والباكون المطبوخ فى فرن الموجات القصيرة يحتوى على كميات أقل من النتروزامينات.

الأغذية المجففة والمكونات dried foods & ingredients: أثناء عملية النار المباشرة يسخن الهواء المستخدم أولاً بإمرار الهواء على اللهب فينتج أن نواتج الإحتراق بما فيها أكسيدات النتروجين تدخل فى الهواء الساخن المستخدم لتجفيف الغذاء وأكسيدات النتروجين وهى تشمل عوامل نترزة مثل أندريد النتروز يمكنها أن تتفاعل بعد ذلك مع الغذاء الذى يجفف لإعطاء نتروزامينات. وفى البيرة، نتيشة الشعير المجففة بالنار المباشرة هى مصدر لـ ن.ثنا.م.أ. ويحتوى اللبن المجفف بالنار المباشرة على أقل من ١ ميكروجرام/كجم من ن.ثنا.م.أ. وفى السمك يوجد أسلاف الـ ن.ثنا.م.أ مثل ثنائى ميثيل أمين وثلاثى ميثيل أمين مما يعرض المستهلك لوجود نسب مرتفعة من ن.ثنا.م.أ خاصة إذا أستخدم ماء البحر الذى يحتوى على كميات من النترات الذى يختزل إلى نتريت ثم تتكون عوامل النترزة.

الهجرة من الأسطح المتصلة بالأغذية: منتجات المطاط مثل المصاصات baby nursing nipples تحتوى النتروزاميات فإذا خزنت مع اللبن تنتقل النترورامينات إلى اللبن. كما أنه ينتقل من حاويات المطاط إلى اللحوم المعالجة أثناء عملية التدخين وكذلك من ورق التغليف المعامل بالشمع والورق المقوى إلى الأغذية.

النتروزامينات غير الطيارة فى الأغذية: يوجد ن.ب فى نتيشة الشعير المجففة بالنار المباشرة وفى اللحوم المعالجة. كما توجد مواد نتروزينية أخرى مثل حمض ن-نتروزوثيازوليدين-٤-كربوكسيليك *N*-nitrosothiazolidine-4-carboxylic acid وكذلك ن-نتروزوساركوسين *N*-nitrososarcosine.

إنقاص تكون النتروزامينات: نظراً للحاجة إلى النتريت لمنع تكون زعاف *C botulinum* فقد تم الإبقاء عليها ولكن النسب المسموح بها قُلِلَت. كما يستخدم حمض الاسكوربيك والتوكوفيرول كما يمكن إستخدام الكائنات الدقيقة المنتجة لحمض اللاكتيك وسوربات البوتاسيوم وهيبوفوسفيت الصوديوم واسترات الفيومارات والإشعاع المؤين. كما حول تجفيف نتيشة الشعير إلى نار غير مباشرة فأصبحت نسب ن.ثنا.م.أ NDMA ٠,٠٧ ميكروجرام/لتر بدلاً من ١-٣ ميكروجرام/لتر وكذلك المطاط ومصاصات الأطفال قلت فيها نسبة النتروزامين.

التكون الداخلى endogenous formation

يجرى تقدير النترزة الداخلية فى الإنسان وحيوانات التجارب بمقياس ن.ب NPRO بعد إدخال البرولين والنترات من الفم. ويثبط تكوين النتروزامين بواسطة حمض الاسكوربيك. وتتكون النترزة فى المعدة من التفاعل مابين الأمينات وعوامل النترزة الآتية من الغذاء. كما يتحول الأرجينين إلى أكسيد نتريك الذى يؤثر على النترزة.

التعرض للنتروزامين من الأغذية

يقدر التعرض للنتروزامين الطيار volatile بـ ٠,١ – ١,٠ ميكروجرام/شخص وفى الولايات المتحدة التدخين يؤدى إلى التعرض إلى ١٧ ميكروجرام/شخص/يوم.

دور النتروزامين وغيره من مركبات ن-نتروزامين فى سرطان الإنسان

هذه المواد تستطيع أن تؤدى إلى السرطان وخاصة فى المدخنين ولمستخدمى الطباق فى المضغ والشم. (Macrae)

نتش

نتيشة **malt**

أنواع النتيشة

نوعان من النتيشة ينتجا تجارياً نتيشة البيرة brewers (الجدول ١) ونتيشة التقطير distillers. ونتيشة البيرة تصنع من حبوب ثقيلة سمينة وبها كتلة نشا فتوتة friable وهى تنقع وتنبت على محتويات رطوبة تتراوح مابين ٤٣ إلى ٤٦٪. ودرجات الحرارة المستخدمة فى تجفيف النتائش تتراوح مابين ٧١ – ٨٢°م وهذه تجفف إلى ٤٪ رطوبة. ودرجة الحرارة العالية النهائية تنقص النشاط الإنزيمى للنتيشة وتغمق النتيشة والمستخلص wort منها وتزيد من نكهة النتيشة وعبيرها. أما نتيشة المقطر أو النتيشة عالية الدياستيز فتصنع من شعير حبوبه صغيرة مرتفع فى البروتين والإنزيمات. وينقع الشعير وينتش على نسبة رطوبة عالية ٤٥-٤٩٪ ويجفف على درجات حرارة أقل ٤٩ – ٦٠°م إلى نسب رطوبة مرتفعة ٥ – ٧٪ عن نوع نتيشة البيرة.

وبجانب هذين النوعين يوجد نتائش متخصصة (مجففة عالية ودكسترين وكارامل وأسود) تنتج لحبوب الإفطار وملونات السكر والبيرة الغامقة وبدائل القهوة. والحبوب المنتشة تستخدم فى المشروبات المنتشة وأغذية الأطفال وكمضافات فى عمل الخبز وأغذية الإفطار والحلوى والأشربة الدوائية ويستخدم فى غير الأغذية فى العلف والنسيج.

ومستخلصات النتيشة أو أشربة النتيشة لَزِجَة، مركزات مائية للنتيشة المجففة. فتسحق النتيشة وتطحن بخشونة وتخلط مع الماء حيث يتحول جزء من النشا إلى سكريات تتخمر ومواد أخرى تذوب جزئياً والهريس ينقل إلى مستخلصات أو مرشحات الهريس lauter tun. وفى إنتاج شراب النتيشة يضاف كسر الذرة corn grits ومرشح الهريس له قاع كاذب به خروم للسماح بالترشيح ومعد للتقليب. وفى المستخلص تقوم الإنزيمات الأميلوليتية بتذويب النشا إلى ديكسترينات ومالتوز. وتحول الإنزيمات

البروتيوليتية البروتينات إلى ببتيدات وأحماض أمينية. والمستخلص المرشح ينقل إلى حلل عمل البيرة brew و/أو مبخرات ومتبقى الحبوب فى مرشح الهريس يباع كعلف حيوانى عالى البروتين.

جدول (١): تكوين الشعير والنتيشة.

المادة المقاسة	الشعير	النتيشة	
		البيرة	عالية الدياستاتية
وزن الحبة (مجم)	٣٢ - ٣٦	٢٩ - ٣٢	٢٩ - ٣٢
نشا (٪)	٥٥ - ٦٠	٥٠ - ٥٥	٥٠ - ٥٥
سكريات (٪)	٠,٥ - ١,٠	٠,٨ - ١٠,٠	٨,٠ - ١٠,٠
نتروجين كلى (٪)	١,٦ - ٢,٣	١,٦ - ٢,٣	١,٦ - ٢,٣
نتروجين ذائب (٪ من الكلى)	١٠ - ١٢	٣٥ - ٤٥	٤٠ - ٥٠
قوة دياستيتية (١)	٥٠ - ٦٠	١٠٠ - ١٥٠	١٥٠ - ٢٥٠
α-أميلاز (٢)	آثار	٣٥ - ٤٥	٥٥ - ٦٥
نشاط بروتيوليتى (وحدات إعتباطية)	آثار	١٥ - ٢٠	٢٠ - ٢٥

(١) مقياس لإنتاج السكر من النشا. (٢) مقياس لنشاط تسييل ودكسترنه النشا.

ومستخلصات النتيشة worts ولها نشاطات إنزيمية مختلفة ولون ونكهة تنتج بواسطة التبخير تحت الفراغ إلى حوالى ٨٠٪ مواد صلبة والمستخلصات الجافة أو الأشربة تنتج بواسطة التجفيف بالرذاذ. والنتائش الدياستاتية الجافة تنتج بخلط دقيق الشعير المنتش مع الدكستروز فى نسب مختلفة لإنتاج نشاط إنزيمى نهائى من مستويات ٢٠ - ٦٠° لنتنر. والتجفيف بالرذاذ يثبط إنزيمات النتيشة ولايمكن إستخدامه لإنتاج منتجات نتيشة دياستاتية جافة. والنتائش الخاصة مثل نتيشة الدكسترين ونتيشة الكارامل والنتيشة السوداء تنتج بالتسخين حتى يتجلتن النشا ويتحول جزئياً إلى دكسترينات مع عدم زيادة تكون اللون والنكهة. وهذه النتائش تستخدم فى أغذية مختلفة وليس لها نشاط إنزيمى.

ومستخلصات النتيشة من الشعير فقط تحتوى ٧٨ - ٨٠٪ مواد صلبة على أساس الوزن الجاف؛ ٥٣ - ٦٣٪ سكريات مختزلة (كمالتوز)، ٤,٥ - ٥,٦٪ بروتين (ن × ٦,٢٥) وفيما عدا نوع ٦٠° لنتنر ليس لها نشاط إنزيمى. وشراب النتيشة السائل (من نتيشة الشعير وغيره من الحبوب وعادة الذرة) تحتوى ٧٨ - ٨٠٪ مواد صلبة، ٦٠ - ٧٢٪ سكريات مختزلة (كمالتوز) و ١,٨ - ٣,٥٪ بروتين وتختلف فى النشاط الإنزيمى.

والنتائش ذات النشاط الإنزيمى (الدياستاتية) تستخدم فى الخبز والبسكويت والبسكويت المالح وأغذية الأطفال وكمضافات لدقيق القمح أو

كمُرَفِعَات للنشا. والنتائش غير ذات النشاط الإنزيمى (غير دياستاتية) تستخدم فى الخبز الغامق والبسكويت والبسكويت المالح والكيك والأشياء المخبوزة الحلوة، والأغطية السكرية اللامعة والمالئات والفوقيات والبيرة الغامقة والحلوى واللبن المنتش والجيلاتى.

وفى معظم مصانع البيرة التى تتخصص فى البيرة الغامقة فإن نسب معينة من نخرة grist تصنع من نتائش ملونة أو شعير محمص. والنتائش الملونة يسمح لها بان تطبخ بالغلى البطىء stew أى أنها تستمر فى التحول على الفرن بعد إنهاء نشاط الجنين. وهذا الفرق يتوصل إليه بتسخين الحبة بينما الرطوبة المحيطة تكون عالية. وكل السويداء يتحول فى النهاية إلى كتلة سكرية حيث ترفع درجة الحرارة مرة أخرى. وظروف التجفيف هذه تصلح لإنتاج الميلانويدينات والتى تعطى هذه النتائش لونها ونكهتها الخاصة.

والشعير المحمص يستخدم كثيراً كمادة ملونة فى تصنيع بعض البيرة عالية الكحول stout وهذا الناتج يحضر بالتسخين الجاف (التحميص عند ٢٠٠ - ٣٠٠°م) للشعير والقشور husks تحترق وتلتحم بطبقة الأليورون والقصرة/غلاف البذرة testa ، ويحدث للسويداء تحول بيروليتى (على درجة حرارة عالية) والنشا يعانى من حلمأة جزئية ويحدث تشابك cross-linking داخل الحبيبة granule ينتج عنه تكون روابط جلوكوسيدية. وفى نفس الوقت شبكة النشا/جدار الخلية/البروتين تتحول إلى كتلة متجانسة ذائبة فى الماء.

النتيشة malt sprouts

الناتج الثانوى الرئيسى لعملية النتش يسمى منبتات النتيشة malt sprouts ويحصل على ٣-٥٪ منه فى تنظيف النتيشة. وهى تفصل عن النتيشة المعاملة فى الفرن بإمرار النتيشة خلال عجل يعاد تدويره لمصفاة سلك. والمنبتات sprouts تشمل جذيرات أساساً ٥ - ٨ مم فى الطول، ٠,٢ - ٠,٤مم فى السمك ولها لون أصفر-بنى ومذاق مر بسيط. وكميات كبيرة من الجذيرات تعتبر فقد إقتصادى. وعلى ذلك فيجب الحصول على نتائش محورة مثلى مع كمية صغيرة من منبتات النتيشة malt sprouts. ويختلف تكوين النتيشة مع المصدر وطول عملية النتش وطريقة التحضير والتخزين وهى تحتوى على ٢٥,٣ - ٣٤,٢٪ مركبات نتروجينية ، ١,٦ - ٢,٢٪ دهن ، ٨,٦ - ١١,٩٪ ألياف ، ٦,٠ - ٧,١٪ رماد ، ٣٥,٢ - ٤٣,٩٪ مستخلص خالى النتروجين وتستخدم أساساً فى تكوين العلف.

خواص النتيشة ومواصفاتها
malt properties & specifications

معالم جودة النتيشة تشمل:

الطرف المدبب من الورقة acrospire length وهو دليل على مستوى وتجانس التحوير.

القوة الدياستاتية والـ α-أميلاز - كدلائل على النشاط الأميلوليتى والمقدرة على تكسير المواد المضافة فى عملية تخمير البيرة brewing.

دليل كولباخ Kolbach index والنتروجين الذائب والأحماض الأمينية الحرة كدلائل على تحوير النتروجين.

اللزوجة viscosity: (على ٧٠°م أو بطريقة البيرة الأوربية) الهيميسيليولوزات الغير ذائبة في الماء والصموغ الذائبة في الماء كدلائل لتكسير β-جلوكانات بواسطة β-جلوكانازات الداخلية endo-β-glucanases إلى ديكسترينات.

وهذه الدلائل يعتبرها البعض ذات قيمة محدودة ويجب إحلال محلها أو الإضافة إليها تقديرات لـ: ١- صنف الشعير حيث يتحدد مستويات α-أميلاز في التنيشة وتحوير البروتين ومحتوى الـ β-جلوكان وخواص التكسير وخواص تجلتن النشا. ٢- طاقة الإنبات وحيويته. ٣- التكوين وأساساً الرطوبة والبروتين. ٤- دلائل التحوير وتوحيدها بما في ذلك التقديرات اللونية للـ β-جلوكانات في الحبوب المختلفة، والبروتينات القابلة للذوبان كدليل للهوردين hordein غير المكسر، وعلامات قابلية التخمر والتعرض للفرن (كعلامة للإنزيم أو اللون أو أي عامل حساس للحرارة). وقيم الشعير المنتش الموصى بها توجد في الجدول (٢) والشعير المنتش المقبول هو الذي يمكن أن يصنع إلى منتج يقبل تجارياً بواسطة صانع البيرة أو المقطر أو منتج الغذاء بطريقة ذات كفاءة بالنسبة للمعاملة والتكاليف.

والآتي معالم جودة لنتش الشعير في المملكة المتحدة: نقاوة صنف عالية (>٩٥٪)، حيوية ترازوليم tetrazolium عالية (~ ٩٥٪) (تقدير سريع للحيوية الكامنة) لكل من الجنين والأليورون، مقدرة إنبات عالية (>٩٥٪)، حساسية للماء متوسطة إلى منخفضة (إمكان أن العينة تنمو في زيادة من الماء كما في النقع)، سكون dormancy قصير المدة، طاقة إنبات عالية (>٩٥٪) بعد السكون، نمو جنيني شديد، أقل ضرر للقشرة والجنين والسويداء، مستويات منخفضة (<٥٪) من الحبوب سابقة الإنبات والمشقوقة: تقريباً لايوجد حبوب (خضراء) محصودة قبل النضج، محتوى رطوبي ١١ - ١٢٪ للتخزين طويل المدى و ١٥ - ١٦٪ للتخزين قصير المدى (العينات التي بها نسبة رطوبة أعلا من ١٦٪ يجب تجفيفها مباشرة تحت ظروف خفيفة يوصى بها للنتش فقط)، عدد محدود من الحبوب الطويلة (٢,٢مم) والرفيعة، تركيب سويداء فتوت مع معدل ترسيب عالٍ وطاقة طحن منخفضة، ولزوجة β-جلوكان يستخرج بحمض منخفض، قدرة إنزيمات مثلى إلى عالية، محتوى بروتيني متوسط إلى منخفض، نظيفة ولها رائحة طازجة وخالية من المادة الغريبة.

كيمياء النتش chemistry of malting

النتش عملية بيولوجية فيها يجرى إنبات الحبوب في بيئة مضبوطة. وأهم تقنيات الإنبات هو تكوين الإنزيمات المحلمئة وتكسير تركيب الحبة وعند وصول العمليتين للمرحلة المرغوبة يوقف الإنبات بواسطة التجفيف في الفرن.

والحبة تتكون من جزئين أساسين جنين صغير الذي يعطي النبات الجديد وسويداء كبيرة تعمل كنسيج مخزن. وحوالي ٩٠٪ من السويداء، السويداء النشوية، يتكون من خلايا غير حيوية كبيرة لها جدر رفيعة نسبياً ومملوءة بحبيبات نشا محاطة ببروتينات التخزين مدفوسة فيها. والسويداء النشوية محاطة بطبقة اليورون حية وهي تتكون من خلايا

صغيرة ذات جدر سميكة والجنين والسويداء محاطة بقشور husks.

وعندما تنضج الحبة يحدث سكون ثم يختفي تدريجياً. والسكون يمنع الإنبات لمدة معينة بعد الحصاد وربما كان سبب السكون هو تحديد الأكسجين بواسطة الغلاف الثمرى الخارجي ومجموعة من الهرمونات النباتية المتصلة تركيبياً فى الحَرْشَفَة scutellum (وهى طبقة ملاصقة للجنين) ونقلها إلى طبقة الأليورون تعمل على تكوين إنزيمات محلمئة فى الحبة التى تنبت.

جدول (٢): القيم الموصى بها لنتش الشعير المقبول.

العامل	الشعير ذو الستة صفوف	الشعير ذو الصفين
عوامل الشعير		
شكل الحبة	إهليلجية ونسبة المحور ٢,٠–٢,٥ : ١	
حجم الحبة		
على مصفاة ٢,٧٨ مم	لايوجد حد أقصى	٦٠٪ حد أدنى (لايوجد حد أقصى)
على مصفاة ٢,٣٨ مم	٧٠٪ حد أدنى	٨٥٪ حد أدنى
خلال مصفاة ١,٩٨ مم	< ٣٪	< ٣٪
الإنبات	موحد، إنبات سريع على الأقل لـ ٩٦٪ مهم. الشعير يجب أن ينضج بسرعة ويكسر السكون بسرعة.	
خواص القشرة husk	يجب أن تكون رفيعة وبراقة وتلتصق بشدة بالحبة أثناء الحصاد والتنظيف والنتش.	
بروتين	١٢,٠ – ١٤,٠٪	١١,٥ – ١٣,٥٪
حساسية الماء	تساوى أو أقل من الصنف المقياس.	
مزالة القشرة ومكسرة	< ١٠٪	< ١٠٪
عوامل النتيشة		
البروتين الكلى	١٢,٠ – ١٣,٥٪	١١,٥ – ١٣,٠٪
البروتين الذائب	٥,٢٪ على الأقل	٥,٠٪ على الأقل
نسبة البروتين الذائب/الكلى	٤٠ – ٤٤٪	٤٠ – ٤٤٪
المستخلص (مطحون دقيقاً) fine grind	مساو للصنف المقياس بدون حد أعلا	
إختلاف د ن–خ (١)	< ٢,٠٪	< ٢,٠٪
القوة الدياستاتية	يساوى أو أكثر من الصنف المقياس	
α–اميلاز	يساوى أو أكثر من الصنف المقياس	
لزوجة مستخلص النتيشة	يساوى أو أقل من الصنف المقياس	
عكارة مستخلص النتيشة	يساوى أو أقل من الصنف المقياس	

(١) مستخلص طحن دقيق ناعم–خشن.

والشعير يحتل موقعاً فريداً فى النتش وصناعة البيرة وهو أنه أثناء النتش ينتج الشعير كثيراً من الإنزيمات المحلمئة بما فيها كميات كبيرة من α، β-أميلازات وهما يعملان على التكسير السريع والكامل للنشا عن النتائش من معظم الحبوب الأخرى. وهذا التكسر للنشا يصحبه تكسر فى المكونات الأخرى للحبة (أساساً البروتينات والسكريات العديدة غير النشا) وينتج عنه نتيشة محورة مثالية.

وتوجد القشور فى الشعير المقشور وتتصل به بشدة وتبقى متصلة بعد التذرية. والقشور تحمى الحب من الضرر الميكانيكى أثناء النتش التجارى وتقوى قوام الشعير المنقوع وتساهم فى إحداث إنبات موحد للحبوب. كما أن القشور تعمل كمساعد فى الترشيح فى فصل مكونات المستخلص أثناء الهرس وتساهم فى نكهة النتيشة وفى جعل البيرة ذات طعم قابض. ويفضل الشعير الذى له حساسية ماء محدودة (أثناء النقع) ويكون قد تغلب على السكون الأولى.

والنوعان الأساسيان فى الشعير المغطى هما ذو الصفين وذو الستة صفوف. والأخير مقاوم لدرجات الحرارة. ومحور الشعير له عقد فى طولها تتبادل من جانب إلى آخر وفى نوع ذى الستة صفوف من الشعير يتكون ثلاث حبوب على كل عقدة واحدة مركزية وإثنان جانبيان وفى الشعير ذى الصفين الحبوب الجانبية الإثنتان تكونان عقيمتان وفقط الحبة المركزية تتطور.

والشعير ذو الستة صفوف حباته صغيرة (٣٦مجم) ومتوسط الإرتفاع فى البروتين (١٢٪)، وهو قوى فى الإنبات وينتج نشاطاً إنزيمياً عالياً أثناء النتش وهو يصلح لإنتاج نتائش كل من صانع البيرة والمقطر واللوطات المنتجة للإنزيمات العالية تختار للإستخدام فيما بعد. والشعير ذو الصفين وله حجم متوسط (حوالى ٤٠مجم) وموحد وغض مع قشرة رفيعة (١٠٪ مقارنة بـ ١٢٪ فى الشعير ذى الستة صفوف). وهو يحتوى على ٦٠٪ نشا، ١٠٪ بروتين ويستخدم فى إنتاج نتيشة البيرة وله نشاط إنزيمى متوسط.

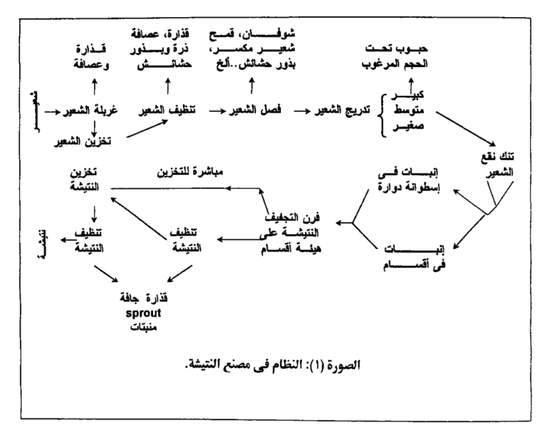
الإنتاج production

يشمل النتش malting البلل المضبوط (بالنقع) وإنبات البذور تحت ظروف تؤدى إلى إنتاج تغيرات مرغوبة فيزيقية وكيماوية ترتبط بعملية الإنبات مع الإحتفاظ بالفقد نظراً للإنبات والتنفس إلى أقل حد. والنتش يؤدى إلى ظهور الإنزيمات الأميلوليتية والبروتيوليتية والسيتوليتية. والحبة المنتشة تجفف لوقف النمو والنشاط الإنزيمى وتكون منتجاً يمكن تخزينه له لون ونكهة مرغوبة. والتجفيف يتبعه إزالة منبتات sprouts النتيشة (الصورة ١).

وينظف الشعير لإزالة بذور الحشائش والحبوب المكسرة العصافة/القش chaff والمواد الأخرى الغريبة بالنخل والتعويم فى الهواء وهذه تباع كعلف والحبوب الغضة تفصل تبعاً للحجم وتخزن وحدها. والشعير النظيف ينقع فى ٣٥ - ٤٥٪ رطوبة بالغمر فى تنكات إسطوانية يمكنها أن تحتوى من ٦ - ٤٤ طن من الحبوب. وقيعان التنكات المخروطية ذات الـ ٤٥° تجهز عادة بهواء مضغوط

للتقليب والغسيل والمحافظة على مستويات كافية من الأكسجين المذاب.

بعد ذلك يمكن إستخدام أحد الطرق الثلاث الآتية: ١- التصفية وإعادة الملء لمدة النقع. ٢- التصفية وتعريض الحبوب للهواء ٣-٤ مرات خلال النقع. ٣- التصفية والرش بالماء مع التهوية كل حين وآخر أثناء النقع. ويتوقف على الرطوبة النهائية وطريقة النقع وحجم الحبة وقوامها ودرجة حرارة النقع فإن كل عملية النقع تأخذ من ٢٠ - ٥٠ ساعة.



الصورة (١): النظام فى مصنع النتيشة.

والشعير المنقوع ينقل إلى أقسام الإنبات وينشر على أرضية صلب مخرمة إلى عمق ٠,٧٥ - ١ متر والفصل بين النقع والإنبات صناعى. وفسيولوجياً يكونان عملية مستمرة أثناءها يجب أن تقابل متطلبات البذرة البيوحيوية من الأكسجين ويمرر هواء على ١٢ - ٢٥°م ، ١٠٠٪ رطوبة نسبية خلال مهد bed الحبوب، ومهد الحبوب يقلب كل ٨ - ١٢ ساعة لمدة ٤ - ٦ أيام لتسهيل المحافظة على درجة حرارة موحدة ويمنع الجذيرات من التسطيح matting ويضبط محتوى الرطوبة بالرش عند ٤٢ - ٤٨٪. وعند نهاية عملية الإنبات فإن غمد البرعم الأولى acrospile (coleoptile) يجب أن يكون قد وصل إلى ٧٥ - ١٠٠٪ من طول الحبة وعند هذه النقطة فإن النتيشة "الخضراء" تجفف

وتدخل الفرن. ومعظم الأفران لها أرضية واحدة أو إثنتين وفى الأخيرة فإن التجفيف الأصلى يحدث على الأرضية العليا ويكمل على السفلى والمعاملة فى الفرن kilning تحتاج ١٨ – ٢٠ ساعة، ٤٤ ساعة فى الدور الواحد أو الإثنين بالتتابع. وفى الفرن ذى الأرضيتين فإن النتيشة الخضراء تدخل فى الأرضية المرتفعة ويمرر فيها هواء على ٤٠ – ٦٠°م لتقليل رطوبة النتيشة إلى حوالى ٢٠٪. ثم تنزل النتيشة إلى الدور الأسفل حيث ترفع درجة حرارة الهواء تدريجياً من ٦٠ إلى ٨٥°م. ونتيشة البيرة brewers عادة تجفف إلى ٤ – ٥٪ رطوبة ونتيشة المقطر distiller's إلى ٦٪ رطوبة على درجة حرارة أقل قليلاً للمحافظة على أقصى نشاط دياستاتى diastatic. والمرحلة الأولى فى الفرن تخدم لإزالة معظم الرطوبة بدون هدم النشاط الإنزيمى. وأثناء المرحلة الثانية فإن درجات حرارة الفرن الأعلا "تعالج" النتيشة وتحسن تكون الميلانويدينات melanoidins وهذه أكبر مساهم فى نكهة النتيشة وعبيرها. والنتيشة بعد الفرن يسمح لها بالبرودة وتزال الجذيرات. والنتيشة المنظفة تخزن تحت ظروف تحميها من إلتقاط رطوبة وتباع الجذيرات كمنبتات sprouts نتيشة كعلف حيوان. وتخزن نتيشة البيرة عادة لمدة ٣٠ يوماً قبل الشحن، أساساً للحصول على توازن الرطوبة.

وأثناء النتش يتكون هرمون حمض الجبريليك gibberellic acid، وحمض الجبريليك من مصادر خارجية التى يعامل بها الشعير يمكن أن يحسن تخليق عدة إنزيمات محملنة وينقص من زمن النتش. وإن كانت إضافة حمض الجبريليك يمكن أن ينتج عنها تحوير بروتينى زائد وزيادة كبيرة فى المركبات النتروجينية الذائبة ونتيشة زائدة اللون أثناء الوضع فى الفرن. وأمثل تحوير وكذلك إنقاص نمو الجذيرات وفقد النتش يمكن أن يحصل عليه بالإستخدام المتزاوج لحمض الجبريليك وبرومات البوتاسيوم (كل فى أجزاء من المليون) مع تغير فى الوقت المناسب ودرجة الحرارة والرطوبة وإختيار صنف الشعير.

ويمكن إستخدام طرق فيزيقية؛ ففى طريقة الإحتكاك إزالة كمية صغيرة من القشرة عند النهاية البعيدة من الحبة يسمح بإختراق أحسن للرطوبة والمضافات مما يؤدى إلى إنبات أكثر سرعة وكذلك تحوير وزيادة الإنتاج. وفى طريقة عملية عصر النتيشة فإن الشعير المنقوع فى ٣٥ – ٣٧٪ رطوبة يمرر خلال طاحونة إسطوانات إلى مضغط الحبوب بطريقة بحيث أن السويداء يحدث لها إزعاج بسيط ويَسْهُل هجرة الإنزيمات. ويقل نمو الجنين وفقد النتيشة.

وقد يحرق الكبريت لإنتاج كب أ، ، أو أن كب أ، قد يضاف إلى الهواء المسخن أثناء المراحل الأولى فى الفرن. والكبرتة تنتج نتيشة خفيفة اللون وتزيد من تركيز مركبات النتروجين الذائبة وتثبط إلى حد كبير تكون النتروزامين غير المرغوب أثناء المعاملة فى الفرن بواسطة التسخين المباشر بأنظمة الغاز أو الزيت.

كيمياء النتش chemistry of malting

نجاح النتش يتوقف على الحصول على توازن أمثل للأكسجين والماء فى الجنين بحيث أن

الإنبات يتقدم بسرعة. وتحوير السويداء بعد ذلك يرتبط بتخليق الإنزيمات المحلمئة الذى يتوسط فيه الجبريلين. وطريقة تحوير الإنزيمات أثناء النقع والإنبات والمعاملة فى الفرن للشعير حرجة لإنتاج النـ شة. والمصطلح "تحوير" يصف مجموع التغيرات الفيزيقية والكيماوية التى تحدث أثناء النتش وأمثل تحوير هو ماينتج أقصى مواد صلبة يمكن إستخلاصها مع تقليل الفقد إلى أقل حد ممكن فى وزن منتجات النتيشة والتكسر الزائد للمكونات ذات الوزن الجزيئى العالى.

ونشا الشعير العادى يتكون من نوعين من بوليمرات الجلوكوز: أميلوز (حوالى ٢٥٪ من النشا) وأميلوبكتين (حوالى ٧٥٪). والأميلوز بوليمر طولى لوحدات للجلوكوز تتصل بـ α ١-٤ روابط جلوكوسيدية بينما الأميلوبكتين له بعض α ١-٦ بجانب ١-٤ روابط جلوكوسيدية. والـ α-أميلاز الأكثر مقاومة للحرارة والمُسَيِل له فعل داخلى endo ويعطى ديكسترينات، بينما الأكثر حساسية للحرارة الـ β-أميلاز المُسَكِر saccharifying له فعل خارجى exo ويعطى مالتوزاً الذى يتحول إلى سكريات متخمرة. ولايمكن أن يوجد α-أميلاز فى حبة الشعير غير المنبتة. وأثناء الإنبات فهناك تخليق من جديد *de novo* سريع لـ α-أميلاز تبتدئه الجبريلينيلات بينما يكون الـ β-أميلاز قد تم تخليقه فى السويداء النشوية أثناء تقدم الحبة وهو يوجد فى الحبة غير الناضجة أساساً كمعقد غير ذائب مع البروتينات. وأثناء الإنبات فإن β-أميلاز الساكن والمرتبط يتحرر.

وحوالى ٩٠٪ من النشا يوجد فى السويداء القشرية على هيئة حبيبات كبيرة (١٣ - ٢٠ ميكرومتر فى القطر) والباقى على هيئة حبيبات صغيرة (حوالى ٣ ميكرومتر فى القطر). وتكسر الحبيبات الصغيرة أثناء الإنبات يرجع إلى تآكل سطحى surface erosion. وتكسر الحبيبات الكبيرة يبتدىء فى مناطق محصورة حيث تتكون قنوات نحو مركز الحبيبة ويتكسر المركز والحبيبات التى يتم تكسيرها تماماً قد تظهر تحت المجهر سليمة فيما عدا فتحات صغيرة على السطح. وأثناء الإنبات فهناك نقص فى النشا بمقدار حوالى ١٢٪ ونصف هذه الكمية يتم تحويله إلى سكريات والنصف الآخر فقد فى التنفس. ومحتوى السكر (فركتوز وسكروز وجلوكوز) يزيد بمقدار ٦٪. بينما المالتوز والدكسترين عادة غير موجودين. وكلما زاد محتوى البروتين فى الشعير كلما قل محتوى النشا ويصبح المستخلص الممكن أقل بجانب أن زيادة كثافة البروتينات حول حبيبات النشا يجعل فعل الإنزيمات أكثر صعوبة. وكذلك إطلاق مواد التفاعل المذابة وتكون النتيجة تحوير فيزيقى أقل كفاءة. وحلمأة البروتينات تشمل الفعل المرتبط لخمسة ببتيدازات نهائية (بروتينيزات) وخمسة كاربوكسى ببتيدازات وأربعة ببتيدازات متعادلة وأثنين ثنائى الببتيدازات. وهناك زيادة كبيرة فى البروتينات الذائبة ونقص فى بروتينات التخزين (برولامين، هوردين والجلوتيلين) وحوالى ٤٠٪ من البروتينات يتم ذوبانها. وعندما تقارن قطاعات فى حبة الشعير غير المعاملة مع النتيشة المعاملة فى الفرن فإن حبة الشعير غير المعاملة يكون بها شبكة بروتين حيث

حبيبات النشا مدفونة سليمة بيمما فى النتيشة المعاملة فى الفرن فإن شبكة البروتين تكون قد إندثرت أساساً وتكون متجمعة coagulated جزنيا على سطح حبيبات النشا وهذه تكون قد تكسرت كثيراً.

وتكسير جدران خلايا السويداء يشمل فعل كربوكسى ببتيداز β-جلوكان (سوليوبيلاز)، ويطلق β-جلوكان من البروتين المرتبط به ثم يحلمىء β-جلوكان إلى منتجات أقل وزن جزيئى وأكثر لزوجة بواسطة β-جلوكوزانات نهائية. ومحتوى β-جلوكان فى الشعير يختلف بإختلاف الصنف ويتأثر بظروف النمو خاصة سقوط الأمطار. وأثناء النتش تزيد كميات الهيميسيليولوز الذائب فى الماء وكذلك الـ β-جلوكان. وأثناء المعاملة فى الفرن على درجات حرارة أعلا من ٦٣°م جزء من الـ β-جلوكانات يصبح غير ذائب.

وغرض المعاملة فى الفرن:١- إيقاف النشاط البيولوجى للنتيشة المنبتة عند نقطة إنتاج الإنزيم الأمثل وتحوير السويداء. ٢- خفض محتوى الرطوبة إلى مستوى حيث يمكن تخزين النتيشة بأمان. وأثناء المراحل المبكرة للمعاملة فى الفرن تستمر الحلمأة الإنزيمية للنشا ويزيد تكوين السكريات المختزلة بسرعة ويصحب تكون السكريات تكون أحماض أمينية كنتيجة للنشاط البروتيوليتى ومخلوطهما الذى يسخن تحت ظروف تجفيف يعطى سلسلة من الميلانويدينات وطول درجة حرارة التسخين يتحكم فى نوع النتيشة (باهتة أو غامقة). وفى المراحل المبكرة من المعاملة فى الفرن فإن درجة حرارة الحبة تستقل سببيا عن درجة حرارة الهواء حيث أن الحرارة الكامنة للتبخير تمتص الجزء الأكبر من الطاقة الداخلة. وبعد إزالة معظم الرطوبة فإن درجة حرارة الحبة تزيد. وعند النقطة التى عندها رطوبة السطح لاتستطيع إمتصاص كل الطاقة الداخلة بالتبخير (نقطة الكسر the break point) فإن درجة حرارة الحبة تزداد بسرعة والسطح يجف والرطوبة تدفع من الداخل إلى السطح حيث تجف (فالرطوبة تساق من الداخل إلى السطح حيث تتبخر) ويقل النشاط الإنزيمى ويحدث مسخ للبروتين. وعلى درجات حرارة منخفضة للتجفيف (حتى ٥٠°م) فهناك زيادة فى النشاط الإنزيمى وعند درجة حرارة ٦٥°م يقص النشاط الإنزيمى ولكن بعض الإنزيمات البروتيولوتية التى قد يريد نشاطها النهائى عن ذلك الخاص بالنتيشة الخضراء. وأثناء المعالجة (المعاملة بالحرارة بعد إزالة معظم الرطوبة) α، β-أميلازات α و β-جلوكاناز الداخلى ومحدد الدكستراناز والببتيداز الخارجى تثبط جميعاً.

وتكسير الإنزيم فى النتائش الباهتة المعاملة خفيفاً فى الفرن أقل من النتائش الغامقة فبيمما ٥٠ - ٦٠٪ من نشاط α-أميلاز وحتى ٧٠٪ من نشاط الـ β-أميلاز يفقد فى المعاملة فى الفرن للنتائش الغامقة، ففقط ٣٠٪ من الـ β-أميلاز يهدم فى المعاملة فى الفرن للنتائش الباهتة.

وليس كل هدم الإنزيمات غير مرغوب فيه فهدم الليباز والبيروكسيداز يمنع إنتاج -أثناء الهرس - الهكسانال hexanal والـ نونا-٢،٦ ثنائى إينال nona-2,6-dienal والتى تعطى مستخلص النتيشة

الخضراء عبيراً غير مرغوب فيه. وهدم أكسيدازات عديد الفينول يقلل من إنتاج منتجات أكسدة ملونة ويمنع تكون أسلاف مزعجة للسديم haze في العبير. ولكن المعالجة على درجة حرارة مرتفعة قد تطلق مواد عديدة الفينول في مستخلص النتيشة. وتجمع البروتينات أثناء المعاملة في الفرن ضروري لروقان البيرة. وكلما إرتفعت درجة حرارة المعالجة فإن كمية النتروجين الذي يمكن تجمعه في مستخلص النتيشة يقل. وهذا التجمع يمكن أن يؤثر على تعرض البيرة لتكون السديم عند التبريد. وخفض النشاط الإنزيمي يوازي نقص السكريات الحرة والأحماض الأمينية الحرة وينظم النكهة والعبير في الناتج النهائي.

(Macrae)

نحر

نحر

أنظر: جمل

نحس

النحاس copper

تحتوي التربة وأنسجة النبات والحيوان على الأقل آثار من النحاس ويأتي النحاس بعد الحديد في الإستخدام ويصنع من النحاس سبائك النحاس الأصفر brass (نحاس وخارصين) والبرونز (نحاس وخارصين وقصدير) وإسترلنج الفضة (نحاس فضة) وألومنيوم برونز (نحاس وألمنيوم) وفضة المانية (نحاس وخارصين ونيكل) ولإستعمالات كثيرة أخرى.

الخواص الكيماوية

هو معدن مُخمِر يوصل الحرارة والكهرباء جيداً. والذوبان المائي لأملاح النحاس يتوقف على الأيون السالب المصاحب وهناك أملاح عالية الذوبان متاحة. وله وزن ذري ٦٣,٥٤٦ وتكافؤ إما ١ أو ٢. وهذه القدرة على تغيير حالات الأكسدة ضرورية في سلسلة نقل الاليكترونات في السبحيات لإنتاج الطاقة ولتفاعلات بيولوجية أخرى عديدة يتوسط فيها بينهما إنزيمات نحاسية. ولكنه أيضاً يساعد على فوق الأكسدة في الأغذية وأنسجة الحيوان ويمكن أن يسبب تكسر كرات الدم الحمراء haemolysis في خلايا الدم الحمراء.

النظائر isotopes

له نظير ثابت هو نح^{٦٥} وله نظائر مشعة تشمل نح^{٦٤} (ن$_{١/٢}$: ١٢,٧ ساعة) ونح^{٦٧} (ن$_{١/٢}$: ٦١,٩ ساعة) والأخير هو الأكثر إستخداماً نظراً لطول نصف الحياة له. ويوجد النحاس في الطبيعة نح^{٦٣} (٦٩,١٧٤ ذرة٪) ونح^{٦٥} (٣٠,٨٢٦ ذرة٪) بنسبة ٢,٢٤. وفي التربة يوجد بنسبة ٥ - ٥٠مجم/كجم وزن جاف عادة. ومستويات النحاس في النباتات والحيوانات التي ترعى تتوقف على نسبة مستويات النحاس في التربة.

أغذية الإنسان والحيوان

الجدول (١) يعطي نسب النحاس في بعض أغذية الإنسان ومحتوى النحاس في الأغذية يختلف كثيراً ويتوقف على الغذاء وكيفية معاملته وأين أُنتِج.

وداخل نوع معين من الغذاء من مصدر نباتى فإن إختلافات محتوى النحاس قد تكون ناتجة من ظروف التربة ونوع السماد والكيماويات الزراعية الأخرى والجو ووقت الحصاد والمعاملة. وعموماً فالحبوب المصنعة تحتوى نحاساً أقل عن الحبوب الكاملة لأن معظم النحاس يزال مع الردة وغطاء البذرة. والبذور والنُقل/المكسرات والبقول تحتوى أعلا محتويات للنحاس فى الأغذية النباتية. وفى الأغذية الحيوانية فإن أعلا مستويات توجد فى الأسماك الصدفية وفى الكبد وهو فى الكبد يختلف كثيراً ويتوقف على العمر والمتناول من الغذاء. ونظراً لإنخفاض نسبة النحاس فى منتجات الألبان فإن هذا يساهم فى حدوث النقص فى الأطفال المولودين قبل الميعاد وفى الأطفال سيئى التغذية. وفى علف الحيوان تبلغ نسبة النحاس من ١,٧ إلى ٢٢,٣ مجم/كجم.

أنسجة الإنسان والسوائل والإفرازات

يوجد النحاس فى كل الأنسجة وإفرازات الجسم، والسيرم هو المستخدم عادة كدليل لحالة النحاس ولكن نسبته تعكس رداءة حالة الجسم وهناك إرتباط صغير مابين النحاس فى الشعر والجسم. والفقد فى البراز يتناسب مع المأخوذ بينما الإفراز فى البول أقل من ٥٪ من المأخوذ. ومستوى النحاس فى الكلوة له بعض الإرتباط بالمأخوذ لأنها مثل الكبد تحتوى كميات من بروتين التخزين الميتالوثيونين metalothionein.

جدول (١): النحاس فى بعض أغذية الإنسان.

الغـــــــــذاء	محتوى النحاس (محم/كجم)
اغذية ألبان	
جبن	٠,٨-٠,٤
لبن شكولاتة	٠,٣-٠,٢
جبن الكوخ	٠,٢-٠,١
لبن البقر وفرز،٢٪ وكامل ومخيض اللبن	٠,٠٨-٠,٠٢
لبن الإنسان	٠,٨-٠,٠٢
الزبادى	٠,٠٩-٠,٠١
البيض (محمر، مقلب أو مقلى طرى)	٠,٨-٠,٤
السمك والأسماك الصدفية مطبوخة	
القد وعصيان وسالمون وسردين وتونا	٠,٨-٠,٣
جمبرى	٣-٢
المحار	١٦-٠,٣
الفاكهة	
التفاح (أحمر وبقشره)	٠,٤-٠,١
عصير التفاح (معلب)	٠,٢-٠,٠٢
موز (خام)	٢-١
عنب (خام، ارجوانى او اخضر)	١,٤-٠,٤
عصير عنب (معلب)	٠,١٣-٠,٠١
برتقال (خام كل الأصناف)	١-٠,١
عصير البرتقال	٠,٣-٠,١
فاكهة مجففة	٥-١
الحبوب مطبوخة او معاملة	
الشعير	٠,٤
الخبز	
ابيض	٢,٦-١,٠
قمح كامل	٣-٢
شيلم	٢,٨-١,٦

تابع: جدول (١)

الغـــــــــذاء	محتوى النحاس (مجم/كجم)
الخبز	
ذرة (طازج ومجمد وكريمة الدقيق)	٠,٤-٠,١
الدقيق	
كل الحبة	٨-٢
أبيض	٣-١
مكرونة (مطبوخة)	١-٠,٦
جريش الشوفان (مطبوخ)	١,٢-٠,٣
ردة القمح	٢٠-١٠
حبوب إفطار من القمح	٥٥, -٤,٥
البقول	
فاصوليا	٤-١
لوبيا وليما	١٠-٥
السوداني (طازج، محمص أو زبدة)	١٠-٣
اللحوم المطبوخة (بقرى وخنزير ودواجن)	
لحم العضل	١,٤-٠,٧
الكبد	١٨٠-٢٠
النُقل/المكسرات بجميع أنواعها	١٨-٨
الخضر	
بروكولى/قنبيط الشتاء	٠,٩-٠,١
كرنب	٠,٢-٠,١
جزر	١-٠,٥
قنبيط	١-٠,٢
بصل	١-٠,٢
بسلة	١,٥-١
بطاطس	
مخبوزة بقشرها	١,٨-٠,٦
مغلية بدون قشر	١,٠-٠,٠٣
سبانخ	١,٢-٠,٦
بطاطا	٢,٠-١,٦
طماطم	١,٤-٠,٣

• الفسيولوجى physiology

النحاس ضرورى للإنزيمات المطلوبة فى وظائف القلب وتكوين العظام وأيض الطاقة والإنتقالات العصبية nerve transmission وتخليق الألاستين وصبغ الجلدونمو الشعر الطبيعى وإنتاج خلايا الدم الحمراء.

الدور فى الجسم role in the body

علامات النقص الشديد فى النحاس مثل إضطرابات فى المخ والقلب والعظام والرئة والدم تعلل بنقص الإنزيمات المعدنية النحاسية (الجدول ٢). وإمتصاص الحديد وأخذه من مخازنه والنقل وإدخاله فى الهيموجلوبين يتطلب تغيرات فى حالة الحديد المؤكسدة وهذه يتوسط فيها جزئياً السيرولوبلازمين cearuloplasmin وهو بروتين نحاسى. وأيض الحديد والنحاس يتصلان أيضاً بوجودهما معاً فى أكسيداز سيتوكروم ج cytochrome c oxidase.

الإمتصاص والتوزيع والتخزين

يحدث الإمتصاص أساساً فى الأمعاء الصغيرة القريبة بواسطة الإمتصاص السلبى passive absorption والنقل النشط المسهل بالأحماض الأمينية والمنظمات تشمل الميتالوثيونين metalothionein وهرمونات وإفرازات من البنكرياس والأمعاء. ويتأثر الإمتصاص بتكوين الغذاء وشكل النحاس الكيماوى والعمر والمرض.

وللإطلاق البابى portal delivery للكبد يرتبط النحاس خفيفاً مع الألبيومين أو الأحماض الأمينية وربما أيضاً للبروتين المقترح حديثاً ترانسكوبرين transcuprein. والبروتينات النحاسية مثل سيرولوبلازمين تخلق فى الكبد ومعظم نحاس السيرم يرتبط بهذا البروتين والذى يعمل كبروتين ناقل من الكبد للأعضاء الأخرى.

جدول (٢): البروتينات النحاسية.

الإسم	الوظيفة	نتيجة النقص
أكسيداز سيتوكروم ج	نقل الاليكترونات	ضعف العضل؛ إضطرابات فى القلب والمخ
ديسميوتاز فوق الأكسيد	إزالة سمية الشقوق الحرة	هدم الأغشية؛ الهدم الناتج عن الشقوق الحرة
تيروسيناز	إنتاج الميلانين	نقص الصبغات
دوبامين β-أيدروكسيلاز	إنتاج الكاتيكولامين	عيوب عصبية
أكسيداز الليسيل	تشابك الكولاجين والألاستين	إضطرابات فى الأوعية الدموية والجلد والرئة
سيرولوبلازمين	نقل النحاس، أكسيداز الحديدوز، أكسيداز الأمين	فقر دم؛ نقص فى نقل النحاس
ميتالوثيونين	تخزين النحاس	نقص فى مخازن النحاس فى الجسم
عامل تجلط ٥ V	تجلط الدم	الميل للإدماء
إنزيم غير معروف	تشابك الكيراتين (روابط ثنائى الكبريتيد)	شعر غير طبيعى

ويحتوى الشخص البالغ على ٥٠ - ١٢٠مجم نحاس. ويعتقد أن الكبد هى العضو الأول ولكن المخ ونخاع العظام والجلد والعظام والعضلات قدر أنها تحتوى على نسبة مساوية أو أكبر من النحاس مقارنة بالكبد. وتركيز النحاس فى الأنسجة (مجم/كجم وزن رطب): العضل والدم والطحال <٢؛ العظام وجلد الرئتين والقلب والكلى ٢-٣ ونخاع العظام والمخ والكبد ٥ - ٧. وأثناء تناول الطعام يخزن النحاس فى الكبد وعند الولادة فإن كبد الإنسان به ٥ - ١٠ أمثال الشخص البالغ وهذا يقل تدريجياً أثناء السنة الأولى من الحياه.

وعلامات نقص النحاس الشديد فى الأطفال البالغين هى مستويات تحت العادية كما يقبل الصبغ بالصبغات المتعادلة neutrophils النحاس والسيرولوبلازمين والهيموجلوبين فى الدم.

المتطلبات الغذائية

للأطفال عن طريق الفم ٨٠ ميكروجرام/كجم من وزن الجسم وللبالغين ١,٥ - ٣ مجم/يوم وعند إعطاء النحاس عن طريق الوريد يحتاج إلى كميات أقل للأطفال المولودين قبل الميعاد والأطفال ٢٠ ميكروجرام /كجم من وزن الجسم وللأطفال ٢٠ ميكروجرام/كجم وزن جسم أو < ٣٠٠ ميكروجرام/يوم وللبالغين ٥٠٠ - ١٥٠٠ ميكروجرام /كجم من وزن الجسم.

تفاعلات المغذيات

فى الإنسان حتى ٥٠ مجم من الخارصين فى اليوم تضر من حالة النحاس وإذا زاد من ذلك ينتج فقر دم شديد. ولايتأثر النحاس بإعطاء ٦٠٠مجم حمض أسكوربيك فى اليوم ولكن ١٥٠٠مجم حمض أسكوربيك/يوم أنقصت جوهرياً السيرولوبلازمين.

نقص النحاس فى الأطفال

الأطفال أكثر تعرضاً لنقص النحاس الشديد عن بقية الناس. ويتجمع النحاس فى كبد الجنين أثناء الجزء الأخير من الحمل gestation. ولبن الإنسان منخفض فى النحاس ولذا فإن المخزون فى الكبد يُحتاج إليه أثناء الشهور الأولى بعد الولادة. والأطفال سيئى التغذية أو المولودين قبل الميعاد أو لهم وزن منخفض عند الولادة معرضين جداً لنقص النحاس. والأطفال المصابين بنقص النحاس، <١١٪ من الحالات، قد يظهروا هياكل ضعيفة وقد تختلط مع الأسقربوط والكساح وحتى إساءة الأطفال child abuse.

السمية toxicity

فى الإنسان ١٠ - ٣٠ مجم نحاس عن طريق الفم من أملاح أيونية أو من الغذاء المخزن فى أوعية نحاسية قد يسبب متاعب فى الأمعاء ودوخة وصداع. وتناول ٥٠٠ - ١٠٠٠مجم سببت تسمماً حاداً وكانت مسببة للموت وهو يسبب قىء وإسهال مع إدماء وتوقف الدورة وفشل الكبد والكلوتين وتكسر كرات الدم الحمراء haemolysis. والكبد الصحى فى الأشخاص الطبيعيين يمنع زيادة تراكم النحاس فى الجسم ويتحول لون الشعر إلى الأخضر فى حالة التسمم بالنحاس.

(Macrae)

نحل

عسل النحل/عسل أبيض — honey

أنظر: عسل

نخل

نخيل البرازيل — babassu

هو نوع من النخيل ينمو فى البرازيل وله زيت غير جفوف يشبه زيت جوز الهند يستخرج من الحبوب. ويستخدم فى الأغذية وصناعة الصابون ولكنه محدود وتصديره كذلك. (Ensminger)

نخل البلح — date palm

أنظر: تمر

نخل (الجبل)/الكرنبى — cabbage palm

الإسم العلمى	*Euterpe oleracea*
الفصيلة/العائلة: النخيلية	Palmae (palm)

بعض أوصاف

قد يكون لها أكثر من ساق والأزهار تتطور فى عناقيد متفرعة وبعضها ثمار فى شكل البسلة. وهى تنمو فى ظروف مختلفة والثمار قرمزية crimson فى شكل الكريز ولبها يستخدم فى عمل مشروب يسمى أساى assai. والساق الرفيع يرتفع إلى ١٠٠

قدم والأوراق قليلة ٤-٦ قدم فى الطول وتنحنى إلى أسفل تجاه نهايتها ولها وريقات كثيرة ضيقة وتصل حتى ٢ قدم فى الطول.
والبراعم النهائية (كرنب) وتسمى أحياناً قلب النخل تعتبر من الأكثر رقة فى النكهة وطرية والبراعم تؤكل مخللة أو فى السلطة. (Everett)

نخيل الدقيق sago palm

أنظر: ساجو

نخل الزيت oil palm

أنظر: زيوت نباتية

نخل السكر sugar palm

الإسم العلمى
Arenga pinnata / A. saccharifera
الفصيلة/العائلة: النخيلية Palmae (palm)

بعض أوصاف
ينمو إلى ٤٠ قدماً وله أوراق تنتشر ٢٠ - ٣٠ قدماً فى الطول ويزهر بعد عدة سنين ويثمر ثم يموت.
والأوراق خضراء غامقة لامعة على الجانب الأسفل بيضاء تتكون من ١٠٠ - ٢٠٠ وريقة تنتشر فى زوايا مختلفة من المحور المركزى للورقة. والساق تُغطى على الأقل فى الجزء الأعلا بقواعد من الأوراق القديمة مخلوطة بألياف سوداء فى شكل الإبر.
والأزهار فى عناقيد كبيرة معلقة ويبتدىء الإزهار فى سن ١٢ سنة ويستمر عدة أشهر. والعناقيد الأولى تنتج فى إبط الأوراق العليا ثم تنزل إلى أسفل وتتطور من الساق وعندما تزهر آخر زهرة وتثمر فإن النخلة تموت.
والثمار حوالى ٢ بوصة فى القطر وتشبه التماح الصغير وكل منها تحتوى ٢-٣ بذرة تبقى حية viable لمدة شهر واحد. والثمار غير ماكلة لأنها تحتوى بلورات أكسالات الكالسيوم. وتسمى نخل السكر لأن (عصير) النسل sap مصدر لسكر النخل أو الجاجرى jaggery وكذلك يعمل منه تود toddy أو نبيد النخل. ويقطر لإنتاج المشروب المسكر أراك arrack كما يستخدم الساق للألياف وخلافه.
(Everett)

نخيل النبيد wine palm/fish-tail palm

الإسم العلمى *Caryota urens*
الفصيلة/العائلة: النخيلية Palmae (palm)

بعض الأوصاف
تختلف فى الحجم ولها ساق واحدة أو ساق رئيسية وسيقان ثانوية وتغطى ببقايا ليفية من الأوراق وهى ذات أوراق مزدوجة ريشية والوريقات ثلاثية فى شكل ذيل السمك مع تسنين غير منتظم. وعناقيد الأزهار وحيدة كل واحدة عند عقدة والأزهار خضراء أو أرجوانية. والثمار صغيرة بها بذرة واحدة أو إثنتين سوداء أو حمراء تحتوى مركب يضايق.
وهى تنتمى إلى النخل الذى يزهر مرة واحدة والأزهار تظهر فى الأعلا ثم تنزل وبعد أن تزهر وتثمر آخر واحدة تموت النخلة.
وهو مصدر لمشروب منعش يسمى تودى toddy والذى يغلى حتى يحصل على سكر يسمى جاحرى

jaggery يخمر ويقطر لإعطاء المشروب الكحولى أراك arrack وتستخدم الألياف كما يستخلص من الساق ساجو sago مغذٍ.
(Everett)

نارنج/نفاش/أبو صفير
sour orange/bitter orange

الإسم العلمى *Citrus aurantium* var *amara*
الفصيلة/العائلة: السذابية Rutaceae (rue)

بعض أوصاف

هو شجر يتحمل ويستخدم لعمل المرملاد فمعظم المحصول يعامل لأن الثمار حمضية جداً للأكل طازجاً. وهو ينتج مرملاد له نكهة قوية فيبشر القشر ثم يضغط لإعطاء زيت يستخدم فى التنكيه ويروق العصير ويستخدم لإعطاء نكهة قوية للمشروبات المخففة جداً. ويضاف لعصير البرتقال المركز المجمد بنسبة ٥٪ على الأكثر. وتجفف البقايا الأخرى لتغذية الماشية وهو مصدر جيد للبوتاسيوم ولفيتامين ج وللفلافونويدات الحيوية.
ويستخدم كأصل للتطعيم. (Macrae)

ندغ البساتين/صعتر البر savory /
annual or summer savory

الإسم العلمى
(الشهابى) *Savoreia hortensis*
(أمين رويحة) *Savoreja hortensis*
الفصيلة/العائلة: الشفوية Labiatae

ومذاقها يشبه الفلفل بعض الشيء.

الإستخدام

تستعمل طازجة أو مجففة فتضاف أوراقها الصغيرة إلى أنواع السلطات النيئة (الخيار، الخس، الطماطم/البندورة) وتطبخ العشبة الغضة مع البقوليات/القطانيات - عدس، حمص، فول، لوبيا وعلى الأخص الفاصوليا الخضراء بإضافتها عند بدء الطبخ وترفع عندما تصل الحبوب إلى درجة نصف الإستواء أو تضاف بعد وصولها إلى هذه الدرجة من الإستواء.
وللتجفيف تقطع العشبة قبل الإزهار وتعلق فى الهواء الطلق فى الظل إلى أن تجف جيداً ثم تفرط منها الأوراق الجافة وتحفظ فى إناء محكم، وقد تسحق الأوراق قبل الحفظ أو عند الإستعمال. (أمين رويحة، الشهابى)

نسرين/جلنسرين/ورد برى
eglantine/sweet rose/wild rose

الإسم العلمى
(أمين رويحة) *Ruta graveolens*
(الشهابى) *Rosa eglanteria*
الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae

أنواع برية

سذاب مخزنى/ سذاب زراعى/ فيجن
common or garden rue/herb of grace/Himalaya berry

الإسم العلمى *Ruta graveolens*
الفصيلة: السذابية Rutaceae

نبات عشبى طبى ذو رائحة قوية وأزهار صفراء.
(الشهابى)

الإستخدام

غالبا ماتستخدم مجففة ولكن يمكن إستعمالها طازجة أيضاً فتستخدم الأوراق في تتبيل اللحوم وحساء الخضر. ويعمل منها صلصة لاذعة للسمك كما تستخدم مع مخلل/كبيس الخيار والعجة مع الجبن والطماطم بكميات صغيرة لأن مذاقها لاذع مع شيئ من المرارة.

وللتجفيف تقطع الأوراق بمفردها أو يقطع الغصن كله من فوق سطح الأرض بمقدار ١٥ سم وتربط الأغصان حزماً صغيرة لتجفيفها في الهواء وسريعاً ثم تحفظ الأوراق الجافة في إناء محكم. وهو يقوى الشهية ويسهل الهضم ويقوى المعدة والأعصاب. وقد يسبب لمس الأوراق بعض الحساسية.

نشى

نشا **starch**

أنظر: نشا الحبوب ، ذرة، ذرة رفيعة، خبز، بر/قمح

النشا المقاوم **resistant starch**

يمكن أن يعرف النشا المقاوم بأنه الجزء من نشا الغذاء الذى يهرب من الهضم في الأمعاء الصغيرة وعلى ذلك فالنشا المقاوم هو جزء يختلف معرف بعوامل فيزيقية وكيماوية وفسيولوجية ولكنه ليس بالضرورة مقاوم للحلمأة بواسطة الإنزيمات المكسرة للنشا في الزجاج *in vitro*. وهذا التعريف يسمح بتجزئة النشا المقاوم إلى فئات مختلفة تبعاً لسبب عدم هضمها (مثل مقفول عليها في شبكة الغذاء، تهضم بطيئاً، ومقاومة للإنزيمات) وتسمح بتحديد أى دور وظيفى أو فسيولوجى في الأمعاء الصغيرة وبجانب ذلك فهذا التقسيم قد يسمح بفهم بوضوح أكثر كم من النشا يفقد من الأمعاء الصغيرة ووظيفته ومآله في الأمعاء الكبيرة.

التكون formation

تكون النشا المقاوم أو على الأصح التغير في درجة مقاومة النشا للحلمأة بواسطة α-أميلاز والجلوكوأميلازات هو دالة/وظيفة function لتركيب وتكوين النشا وبينه معاملته وظروف التخزين بعد ذلك.

والتركيب الحبيبى للنشا يُفقَد إذا سخن النشا إلى أعلا من ٧٠°م في بيئة مائية. ولو أن بعض النشويات خاصة تلك من البقول أو المرتفعة في الأميلاز قد لاتكون جلاً إذا سخنت إلى درجة حرارة أعلا كثيراً مثل ١٢٠°م. وفي ظروف رطوبة محدودة أو لارطوبة فإن التسخين قد لايؤدى إلى تغيرات جوهرية في حبيبات النشا والتى ربما إحتفظت بشكلها المتبلر الطبيعى. وتَكَوُن المقاومة يحدث عادة أكثر في النشا عالى الأميلوز والدى تم إنتشاره في الماء جيداً بالطبخ (١٠٠ - ١٢٠°م) في الماء وبعد ذلك يسمح له بالتبريد لإنتاج جل يحتوى على ١٠ - ٣٠٪ نشا. والتخزين الطويل للجل مع ظروف تبريد وتجميد وتيع ثم إعادة تسخين وتبريد قد تُزيد من درجة المقاومة.

وعندما يبرد الجل المنتشر dispersed فإن أجزاء من جزيئات الأميلوز الطولية ترتبط بسرعة بواسطة روابط أيدروجينية لإنتاج تركيب متبلر منتكس retrograded. وعلى ذلك يمكن إعتبار جل النشا

حبيبات مُجَلْتَنة مدفونة فى شبكة الأميلوز. وإذا كان الأميلوبكتين فى الحبيبات المجلتنة غير متفرع كثيراً فإن أجزاء من تركيبه قد يحدث لها تبلر. وهذا الإنتكاس للأميلوبكتين عملية أبطأ كثيراً والنتيجة إنتاج نظام جل يحتوى طورين: طور ذو تركيب عالٍ يحتوى أساساً أميلوز منتكس وطور آخر أقل تركيباً less structured يحتوى بعض الأميلوبكتين المنتكس.

وإختبار جل النشا المنتكس بواسطة منحنى حرارى لقياس معدل إمتصاص الحرارة (ق.ع.م.ح DSC differential scanning calorimetry يوضح قمتين حراريتين ماصتين endotherm يرتبطان بإنصهار الأميلوبكتين المنتكس (حوالى ٧٠°م) وأميلوز منتكس (حوالى ١٦٠°م). وتكون التركيب المنظم الفيزيقى داخل الجل يعتقد أنه يعطى المقاومة لتحليل النشا amylolysis. ودرجة الإرتباط (الإنتكاس) للنشا المطبوخ قد تتأثر بواسطة مدى من العوامل بما فيها نسبة الأميلوز : الأميلوبكتين وتركيز النشا ورقم جيد والأيونات ودرجة الحرارة والعمر ووجود دهون.

• **الخواص الفيزيقية والكيماوية**

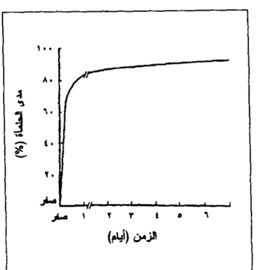
النشا المقاوم ليس معرفاً كيماوياً وعلى ذلك فخواصه فى الخلية *in vivo* أو فى الزجاج *in vitro* يمكن أن توصف على ذلك بمصطلحات عامة.

حبيبات النشا المقاوم resistant starch granules: حبيبات النشا الخام المدفونة فى التركيب الخلوى لأجزاء الغذاء قد تهرب من الهضم بسبب أنها غير معرضة لـ α-أميلاز والجلوكو أميلازات فى الخلية. وهذا يحدث أساساً فى إستهلاك "الغذاء الكامل" حيث حجم الجسيم كبير أو فى الأنسجة التى لها جدران سميكة أو فى بعض الأغذية المعاملة والتى فيها تركيب الغذاء يُحِد وصول الإنزيمات الأميلوليتية وفى هذه الحالة كلاً من الخواص الكيماوية والفيزيقية عادية بالنسبة لنوع النشا. والنشا الغذائى الذى يظهر مقاومة للتحليل الأميلوليتى فى الخلية هو نشا الموز والبطاطس. وقد أقترح أن المقاومة للهضم تتسبب عن الشكل ب B form لتبلر الحبيبة بعكس الشكل أ A form (القمح والذرة) والشكل ج C form (البطاطا والتابيوكا) التى توجد عادة. والنشا المنتكس معروف عنه أنه يكون تركيب شكل ب B form.

النشا المطبوخ المقاوم resistant cooked starch: فى جل النشا المنتكس، الطور غير المتبلر amorphous يحلمأ بسرعة (فى دقائق) بواسطة α-أميلاز تاركاً الطور ذا التركيب structured والذى يهاجم ببطء (أيام). ومنحنى الحلمأة لجل النشا المنتكس المطبوخ يأخذ الشكل كما فى الصورة (١).

والمعدل الأصلى ومدى الحلمأة يتوقفان على الأصل النباتى للنشا والعوامل المؤثرة على درجة الإنتكاس ونشاط إنزيم α-أميلاز. والمعاملة الطويلة بإنزيم α- أميلاز قد تؤدى إلى ١٠٠٪ حلمأة للنشا تقريباً فيما عدا فى حالة الأميلاز النقى حيث درجة الحلمأة أقل كثيراً. وفى الخلية على ذلك فإن النشا المقاوم من أغذية مطبوخة هو ربما تَكَوَن من نسب

مختلفة من نشا مقاوم لإنزيم α-أميلاز (ويتوقف على كفاءة الهضم) وأى نشا متبقى والذى هو حقيقة مقاوم لإنزيم α-أميلاز (أميلوز منتكس).



الصورة (١): منحنى حلمأة لجل النشا المنتكس المعامل بـ α-أميلاز فى الزجاج.

والنشا المعزول ذو درجة مقاومة عالية لإنزيم α-أميلاز هو مادة صلبة بيضاء لاتذوب فى الماء وليس لها أى من الخواص الوظيفية المرتبطة عادة بالسكريات العديدة الذائبة فى الماء (مثل اللزوجة) أو مع مخلوط من السكريات العديدة غير المتجانسة التى تتكون منها جدر الخلايا فى النبات.

والأميلوز المنتكس المعزول بواسطة المعاملة بإنزيم α-أميلاز وجد أنه يتكون أساساً من بوليمرات جلوكوز طولية مع درجة من التبلمر ٦٠. والحلمأة الحمضية للأميلوبكتين المنتكس يولد مناطق مرتبطة تحتوى أجزاء متفرعة فيها السلاسل لها درجة من البلمرة ١٥.

ومقاومة إنزيم α-أميلاز يمكن منعها بصهر التركيبات المنتكسة (بحوالى ٧٠°م للأميلوبكتين ، حوالى ١٦٠°م للأميلوز).

ويمكن إزعاج disruption روابط الأيدروجين التى تربط التركيبات المتبلرة معاً يمكن أن يتم كيماوياً بالمعاملة بقلوى مخفف بارد (أيدروكسيد بوتاسيوم ٢ جزىء/لتر) أو بكبريتيد ثنائى الميثايل غير المائى الساخن (١٠٠°م).

وبعض التركيبات المقاومة من جل النشا مرتفع الأميلوز (أميلوز منتكس) قد تظهر مقاومة كبيرة للحلمأة فى حمض معدنى مخفف (حمض كبريتيك ١ جزىء/لتر) وقد تحتاج إلى حلمأة من نوع سيمن Seaman (حمض كبريتيك بارد ١٢ جزىء/لتر يتبعها ١ جزىء/لتر على ١٥°م) لتحقيق ١٠٠٪ ناتج من الجلوكوز.

التأثيرات الفسيولوجية

هناك براهين evidence من التجارب للخواص الوظيفية أو التأثيرات الفسيولوجية للنشا المقاوم فى الخلية *in vivo* وهذا لأن: ١- من الصعب تعريف النشا المقاوم بغير المصطلحات الفسيولوجية. ٢- ليس هناك طرق كافية فى الزجاج *in vitro* لقياس النشا المقاوم. ٣- تجارب التغذية مالت إلى إستخدام أغذية فيها تأثيرات شبكة الغذاء وزيادة كبيرة من النشا القابل للهضم.

وعندما يغذى النشا المقاوم لإنزيم α-أميلاز والمعزول إلى الفئران فإن هناك ٢٠ - ٦٠٪ هضم

للكربوايدرات فى الأمعاء الصغيرة والباقى يفقد فى الأعور caecum. وهذا النشا يهضم ويمتص فى الأمعاء الدقيقة/اللفائفى ileum عن النشا المهضوم بسرعة. ويعتقد أن أهم أحماض دهنية تنتج عن تخمر النشا المقاوم هى الخلات والبروبيونات والبيوترات.

ونسبة عالية من النشا المقاوم تخرج voided فى البراز ولكن هذا يقع بسرعة بتعود ميكروفلورا الأعور caecum. ويتوقف معدل التعود أيضاً على أصل النشا المقاوم فالفئران المغذاه نشا مقاوم من ذرة طبيعية تعودت بسرعة (٥ أيام) مع فقد عدة نقط مئوية من النشا المقاوم المغذى فى حين أن هذه المغذاه على نشا مقاوم من البسلة المجفدة وبها أميلوز عالٍ تعودت أبطأ كثيراً وفقدت نسبة عالية من النشا المقاوم المتناول.

المعنى significance

حيث يوجد النشا المقاوم فى غذاء ما فإنه يساعد على أن يسطح منحنى إستجابة سكر الدم glycaemic بإنقاص كمية النشا المهضوم بسرعة وبتعديل معدل الهضم. والنشا المقاوم الذى يصل إلى الأجزاء البعيدة من الأمعاء الصغيرة قد يؤثر على معدل الإنتقال فى الأمعاء الدقيقة/اللفائفى ileum ويساعد على إمتصاص موحد للكربوايدرات. وهذا النوع من الكربوايدرات المطلقة ببطء قد يجد تطبيقاً فى تحسين تحمل الكربوايدرات فى مرضى البول السكرى وله علاقة فى إستخدام الطاقة.

وقيمة الطاقة للنشا المقاوم أقل قليلاً من ١٦,٨ كيلو جول/جم وقيمته الحقيقية تتوقف على مايمكن الحصول عليه بالتخمر فى الأمعاء الكبيرة وأنواع الأحماض الدهنية الناتجة وأى طاقة فقدت إلى الأيدروجين أو الميثان.

وتخمر الكربوايدرات فى الأمعاء الكبيرة قد يكون عاملاً هاماً رئيسياً ضد سرطان القولون. ولأن النشا المقاوم يتخمر - على الأقل - جزئياً فربما لعب دوراً فى هذه الآلية. ومن ناحية الطاقة فقد يكون هناك منافع صحية من إستهلاك أغذية عالية فى النشا المقاوم. فالأغذية التى يمكن أن يخلق فيها النشا المقاوم فى موضعه *in situ* قد يكون لها كثافة طاقة أقل ولكن تحافظ على كثافتها الغذائية. والنشا العالى فى النشا المقاوم أو أجزاء النشا المقاوم المعزولة قد تُخلَق مع خصائص وظيفية مناسبة لوجود تطبيقات فى صناعة الأغذية كمكون أو كعامل حجم لتقليل الطاقة. (Macrae)

نضح

التناضح والتناضح العكسى
osmosis & reverse osmosis

التناضح العكسى reverse osmosis عملية حيث المذيب عادة الماء يساق من محلول خلال غشاء شبه منفذ. وهذا يحدث بإستخدام ضغط على المحلول زيادة عن الضغط التناضحى لهذا المحلول. وفى المعمل فإن بعض أنواع المذاب solute species تنتشر أيضاً خلال الغشاء ولكنها تمر خلال الغشاء بمعدل أقل من أغشية المذيب.

ومعدل مرور المذيب خلال الغشاء يتناسب مع القوة الدافعة driving force وهذا هو الفرق بين

الضغط المطبق – ويسمى أيضاً هبوط ضغط عبر الغشاء transmembrane pressure drop – وضغط التناضح بين المحلول والمتخلل/النافذ permeate ويوصف بـ

ظ = ث (ض – Δπ) $J = k (P-\Delta\pi)$ (١)

حيث: ظ = تدفق المذيب (لتر/م٢/ساعة)

J = solvent flux ($l\ m^{-2}\ h^{-1}$)

ث = معامل النفاذية (لتر/م٢/ساعة بار-١)

k = permeability coefficient ($l\ m^{-2}\ h^{-1}\ bar^{-1}$)

ض = الضغط المطبق (بار)

P = applied pressure (bar)

Δπ = الفرق في الضغط التناضحي بين المتخلل/النافذ والمحلول (بار)

$\Delta\pi$ = osmotic pressure difference between permeate & solution (bar)

ومعامل النفاذية متخصص لكل نوع غشاء وهو دالة على مادة الغشاء وطريقة تصنيعه.

والضغط التناضحي osmotic pressure للمحلول دالة على عدد الجزيئات المذابة الموجودة في وحدة حجم من المحلول والمعادلة الآتية تحكمها:

π = ن ر ت / ح $\pi = n R T / v$ (٢)

حيث: ن عدد الجزيئات للمذاب

n = number of moles of solute

ر = ثابت الغازات العام (ظ / جزيء/ ث)

R = universal gas constant ($J\ mol^{-1}\ k^{-1}$)

ت = درجة الحرارة (كلفين)

T = temperature (K)

ح = حجم المحلول (م٣)

v = volume of the solution (m^3)

علماً بأن الضغط التناضحي لمحلول معقد هو مجموع الضغوط التناضحية للأنواع الموجودة فيه.

مرور المذاب solute passage

مرور المذاب مدفوع بآلية مختلفة عن مرور المذيب فهنا القوة الدافعة هي الفرق في التركيز بين المحلول والمتخلل/النافذ. ورياضياً توصف بالمعادلة:

ظس = ثس (جد – جب) $J_s = K_s (c_f - c_p)$ (٣)

حيث:

ظس = تدفق المذاب J_s = solute flux

ثس = ثابت K_s = constant

جد = تركيز المحلول

c_f = solution concentration

جب = تركيز المتخلل/النافذ

c_p = permeate concentration

و جب c_p يمكن أن يعبر عنها كالآتي:

جب = ظس / ظ $c_p = J_s / J$ (٤)

ومن المعتاد أن يميز الغشاء بدليل تدفق الماء والإحتفاظ بكلوريد الصوديوم. وهذه المعالم تقاس تحت ظروف ثابتة والإحتفاظ بالملح ر R يعبر عنه بنسبة مئوية

ر = [١ – (جد / جب)] × ١٠٠ (٥)

$R = [1 - (c_f / c_p)] \times 100$

حيث: جد = تركيز محلول التغذية

c_f = concentration of feed solution

طريقة العمل mode of operation

من العادة عمل التناضح العكسي في إنسياب-عبر حيث سائل العملية يضخ تماسيا tangentially عبر سطح الغشاء ويصبح أكثر تركيزاً عندما يمر بطول الغشاء. والمحلول المركز يزال عندئذ من النظام.

الإستقطاب المركز
concentration polarization

أثناء عملية التناضح العكسي يحمل المذاب إلى الغشاء بواسطة الحمل convection وبعيدا عنه بواسطة الإنتشار. وعادة معدل الحمل يزيد على معدل الإنتشار مما ينتج عنه زيادة في التركيز على سطح الغشاء. وهذا يسبب أن الضغط التناضحي عند سطح الغشاء يرتفع عن (حجم) المحلول وبالتالي ينتج عنه خفض القوة الدافعة وبالتالي خفض في تدفق المحلول. وهذه الظاهرة تسمى الإستقطاب المركز. ودرجة الإستقطاب المركز يمكن أن تضبط بواحد من طريقين :

(١) معدل الإنتشار مرة أخرى في الحجم يمكن زيادته بزيادة سرعة الإنسياب-عبر.

(٢) معدل الحمل إلى السطح يمكن أن ينقص بالعمل تحت ضغط منخفض وبهذا تدفق منخفض.

وفي العمل في التطبيقات غير المائية فقط الإختيار (١) يستخدم إذ إختيار الإختيار (٢) يتطلب مساحة غشاء زائدة.

الأغشية membranes

أغشية التناضح العكسي تكون من واحد من طريقتين:

١- إنعكاس الطور phase inversion: محلول من خلات السيليولوز في مذيب عضوي يبسط كطبقة رفيعة على مادة دعامة المذيب العضوي الذي يتنضض leached out مما يرسب البوليمر. ويكون المرسب طبقة متباينة الخواص رفيعة anisotropic مع جلد كثيف مدعم بتحت طبقة تشبه الأسفنج. والجلد الكثيف يعطي الغشاء خواص حفظ الجزئ.

٢- تقنية مركبة لفلم رفيع thin-film composite technology: هنا يكون تحت-طبقة من البوليمر مثل عديد السَلْفُون بطريقة مشابهة لتكوين غشاء خلات السيليولوز ولكن لإعطاء الخواص الصحيحة للغشاء يجب أن تُكَوَن طبقة كثيفة من بوليمر ثانٍ عند السطح بواسطة تفاعل كيماوي. ومادة شائعة للطبقة الكثيفة هي عديد الأمايد.

وخواص الأغشية داخل كل من المجموعتين الأساسيتين يمكن أن يختلف لإعطاء مدى من النماذيات. ومجموعتا الأغشية تُظْهِر سلوكات مختلفة بالنسبة للمقاومة الكيماوية نظراً للبوليمرات المختلفة المستخدمة. كذلك يختلف تدفق الماء فمثلاً تدفق الماء لأغشية مركبة لفلم رفيع حوالي ١,٥ – ٢,٥ مرة تدفق غشاء خلات سيليولوز مكافيء عند نفس الظروف (الجدول ١).

جدول (١): مقارنة بين مجموعة أغشية أساسية (خلات سيليولوز ومركب فلم رفيع).

	خلات السيليولوز	مركب فلم رفيع
رقم جيد	٢-٧,٥	١,٥-١٢
درجة الحرارة	٣٠	٧٠
الإحتفاظ بكلوريد الصوديوم (٪)	٩٠-٩٥	٨٠-٩٩
إحتمال الكلور للتصحاح (جزء في المليون)	٥٠	صفر

• **الهندسة geometry**

تنتج الأغشية بعدد من الهندسات المختلفة:

الألياف المجوفة hollow fibre: هذه الألياف تشبه في أبعادها شعر الإنسان. وهي تحزم مع بعضها لتكون لفيفة سميكة ونهايتها موجودة/ مُخَزَّفَة potted في مادة مثل راتنج ايبوكسي epoxy. ويمكن لسائل العملية أن يمر عبر/خارج الألياف والمتحلل/النافذ permeate أن يمر بطول تجويف الألياف.

أنبوبي tubular: تتكون هذه الأغشية خارج أنابيب ١٠ – ١٥مم في القطر وسائل العملية يضخ بطول داخل الأنابيب بسرعة من ١ – ٤ متر/ساعة ويتوقف على التطبيق.

الصفحة المسطحة flat sheet: هذه الأغشية تكون على صفحات مسطحة لمواد الدعامة. وهي عادة تورد مقطوعة لتناسب المُصَنِع.

الحلزون spiral: وهذا تغيير في غشاء الصفحة المسطحة. فصفحتان مسطحتان تُغَرَيَان معاً على ثلاثة أحرف مع الطبقات الكثيفة الخارجية. ويوضع فاصل رفيع بين الغشائين والحافة المفتوحة تلحم بعد ذلك إلى أنبوب. والمتخلل/النافذ يمر بموازاة الأغشية خلال شبكة الفاصل إلى الأنبوب. وظرف الغشاء يلف حول أنبوب المتخلل/النافذ مع شبكة فاصل ثانية تفصل الطبقات المتتالية من الحلزون. وسائل العملية يمر خلال شبكة الفاصل الثانية بموازاه أنبوب تجمع المتخلل/النافذ. وعناصر الحلزون متاحة في وحدات قطر ١٠٠، ٢٠٠ مم بطول ١م. وهذه الهندسة قدمت أصلاً لإزالة ملح الماء ولكن التصميمات الصحية المتاحة الآن أصبحت إختيار رائج متزايد للتطبيق في صناعة الأغذية.

الأوعية modules: هذه هي الأوعية التي تحوى الأغشية في الإستخدام. وعادة وعاء واحد يحوى عدداً من عناصر الغشاء – أنابيب أو أوراق – ويتوقف على الشكل ففي حالة الألياف الجوفاء والأغشية الحلزونية فالوعاء هو وعاء ضغط ١٠٠ – ٢٠٠مم في القطر الداخلي مجهز بإتصالات وأقفال للسماح بدخول وخروج سائل العملية وخروج المتخلل/النافذ. والأوعية للألياف الجوفاء عادة تزيد عن ١,٢ متر في الطول. ولكن الأوعية للأغشية الحلزونية تستطيع أن تحتوى حتى ستة عناصر غشاء وقد تكون زيادة عن ٦ متر في الطول. والأوعية قد تكون مصنوعة إما من صلب غير قابل للصدأ أو لدائن مقواة بالزجاج ولو أن الصلب غير القابل للصدأ أفضل للتطبيقات الصحية.

وأوعية أغشية الصفحة المسطحة flat sheet membranes تبنى من صفيفة من الألواح وقد يستخدم نوعان من الألواح في نفس الصفيفة فلوح يدعم الغشاء وهو ذو ثغور للسماح للمتخلل/النافذ بالخروج. واللوح الآخر يفصل أوراق الغشاء ويحتوى على قنوات الإنسياب لسائل العملية. وعلو القناه عادة أقل من ١مم والإنسياب خلالها طبقى/ صفائحي laminar.

• **المصانع plants**

تظهر المكونات الرئيسية لمصنع تناضح عكسي في الصورة (١).

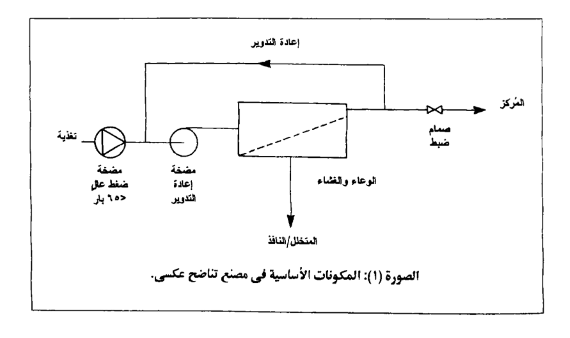
والغرض من مضخة الضغط العالي هو توليد ضغط عبر الغشاء بينما مضخة عبر الغشاء هي لتوليد سرعة إنسياب-عبر. وفي بعض الأحيان خاصة في مصنع صغير مضخة الضغط العالي تعطي كلاً من القوة الدافعة وسرعة الإنسياب - عبر. وهناك عدة طرق مختلفة يمكن للأوعية أن ترتب في المصنع وعدة طرق يمكن بها إدارة المصنع.

مرة واحدة خلال أو مصنع مستدق

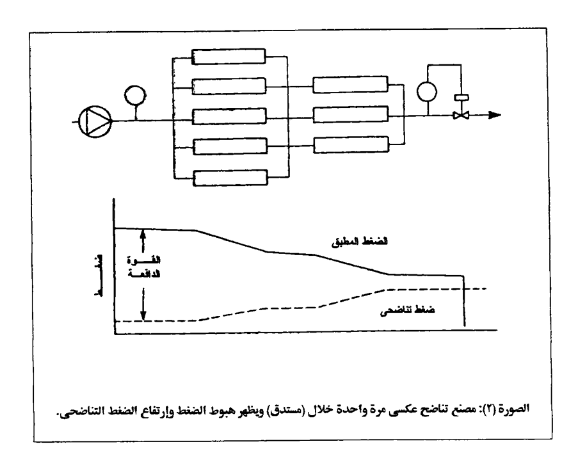
once-through or tapered plant

ترتب الأوعية modules كما في الصورة (٢). وهذا المصنع يضبط عادة بتنظيم الضغط للحصول على معدل التخلل/النفاذ المطلوب وأهم ميزة هي الثمن المنخفض. ولكن العيب هو أن التركيز الأقصى الذي يمكن تحقيقه يُحدْ بهبوط الضغط خلال الطام. والترتيب المستدق يستخدم للمحافظة على سرعة الإسياب-خلال في المصنع لتقليل تأثير إستقطاب التركيز.

مصانع الدفعات batch plants: في هذه المصانع تميل الأوعية modules إلى أن ترتب بالتوازي parallel وعادة ضغط العملية يُثَبت. وتسحب التغذية من نفس التنك حيث يعاد المركز. والمزايا إنخفاض الثمن والبساطة. والتدفق المتوسط العالي يمكن الحصول عليه في هذا الترتيب ويمكن الحصول على التركيزات العالية أكثر من المصنع مرة واحدة أو مصنع مستدق نظراً لمتوسط الضغوط العملية الأعلا. وزمن الإقامة العالي هو عيب كبير في هذا التصميم مما يجعله غير مناسب لتطبيقات كثيرة في صناعة الأغذية.



الصورة (١): المكونات الأساسية في مصنع تناضح عكسي.



الصورة (٢): مصنع تناضح عكسي مرة واحدة خلال (مستدق) ويظهر هبوط الضغط وإرتفاع الضغط التناضحي.

التغذية والإستنزاف أو مصنع إعادة إدارة متعدد المراحل feed & bleed or multistage recycle plant

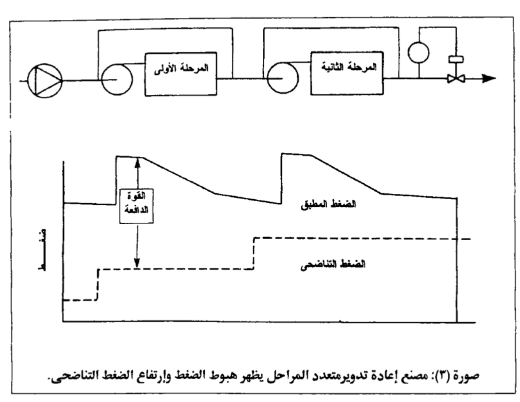
تتكون هذه المصانع من عدة أوعية modules مرتبة في سلسلة (كما في الصورة ٣)،

وهي تجمع بين مزايا قصر وقت الإقامة مع مقدرة تحقيق تركيزات عالية. وهي تميل إلى أن تكلف أكثر من المصانع البسيطة. ويحقق الضبط عادة بالمحافظة على إنسياب تركيز ثابت بضبط ضغط العملية.

التنظيف cleaning: تحتاج الأغشية إلى التنظيف بإنتظام للمحافظة على أدائها. وهذا يؤدي إلى التنظيف في المكان (ن.ف.م CIP) بإستخدام نظام فحص لأجهزة الأغشية. والترتيب المعتاد يشمل إحلال الماء محل سائل العملية وغسيل المصنع وتنظيف بالمنظف والتنظيف بالحمض والغسيل وبعد ذلك ربما التصحاح sanitation قبل العودة للعملية مرة أخرى.

وفي المصانع التي تستخدم أغشية خلات السيليولوز وتعمل على سوائل عملية بروتينية من المعتاد إستخدام منظفات إنزيمية بالقرب من جيد متعادل والتركيزات ٠,٢٥ - ٠,٥٪. وحيث يستخدم مركب الفلم الرفيع فمن العادة إختيار منظف مؤسس على قلوي كاو للتنظيف على رقم جيد ١٠,٥ - ١٢,٥.

والمزايا فوق إستخدام منظفات إنزيمية هو ثمن أقل للمنظف ودورة تنظيف آلية أقصر وأسهل في تحريع المنظف أثناء التنظيف. وقد يحتاج الأمر إلى إستخدام الحمض لإزالة قشور المعادن عن الغشاء خاصة عند معاملة شرش الجبن أو ماء صعب أستخدم في التنظيف.



صورة (٣): مصنع إعادة تدويرمتعدد المراحل يظهر هبوط الضغط وإرتفاع الضغط التناضحي.

وأغشية خلات السيليولوز يمكن تصحاحها بتركيزات منخفضة من الكلور الحر (٥٠ جزء في المليون). وأغشية عديد الأمايد polyamide تتحمل الكلور ولكن ربما يتم تصحاحها بفوق أكسيد الأيدروجين أو حمض البيرخليك أو ميتا كبريتيت الصوديوم أو الماء الساخن.

أن الأغشية تسمح للأيونات بالمرور بينما تحتفظ بالجزيئات غير المشحونة ذات الوزن الجزيئي زيادة عن ٢٠٠ دالتون والجزيئات أحادية التكافؤ تمر في الغشاء أسهل من ثنائية أو ثلاثية التكافؤ. وهذه الأغشية متاحة في الصفحة المسطحة flat sheet والحلزون والأنابيب.

ترشيح نانو nanofiltration: هذه العملية إمتداد للتناضح العكسي وتعرف أيضاً بإسم تناضح عكسي مفكك loose reverse osmosis وتختلف في

التطبيقات: هناك تطبيقات مختلفة في الصناعات الغذائية للتناضح العكسي وصناعة الألبان أهمها حيث تستخدم في تركيز شرش الجبن حتى ٢٤٪

جوامد كلية وكذلك فى تركيز اللبن والمتخلل/النافذ من الترشيح فائق العلو للشرش. وترشيح النانو يستخدم لإزالة المعادن من الشرش جزئياً بينما تم تركيزها مبدئياً قبل الإزالة الكلية للمعادن بالتبادل الأيونى. كما يستخدم التناضح العكسى فى تركيز عدد من العصائر بما فيها التفاح والبرتقال والطماطم وفى معظم الحالات التركيز يحد بـ ٢٤ – ٣٠°بريكس. وإن كانت قد وصلت التحسينات إلى ٥٠°بريكس.

وكذلك إزالة الكحول فى البيرة والنبيذ وتركيز بياض البيض وتركيز تيارات الإهدار.

تطبيقات التناضح العكسى

applications of reverse osmosis

صناعة الألبان dairy: أكبر إستخدام للتناضح العكسى فى تركيز شرش الجبن إلى ١٢ – ٢٤٪ جوامد كلية وكذلك تركيز المتخلل/النافذ من الترشيح فائق العلو للشرش إلى ١٢ – ٢٢٪ جوامد كلية.

الشرش whey: تختلف نسبة محتوى الجوامد فى شرش اللبن من ٥,٧ – ٦,٠٪ تبعاً لنوع الجبن وجودة اللبن وطريقة صناعة الجبن ومعظمها لاكتوز ثم يتبعه المعادن وهناك نسبة من البروتين والدهن. ورقم جـيد العادى للشرش الطازج حوالى ٥,٧ – ٦,٣.

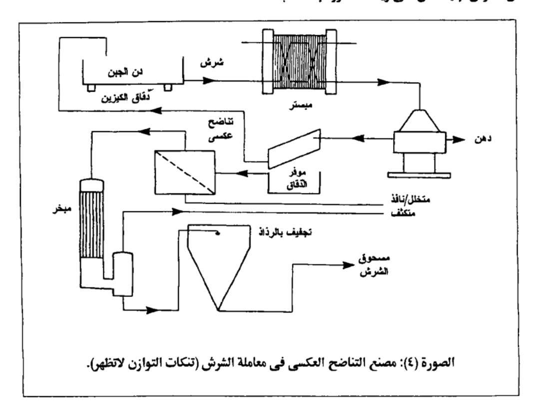
وتظهر صورة لتركيز الشرش فى الصورة (٤) وموفر الدُّقاق fines saver مهم حتى يمنع الكيزين من سد سطح الغشاء. ويستخدم غشاء خلات السيليولوز ومركب الفلم الرفيع لتركيز الشرش بشكل أنبوبى أو صفحة مسطحة أو حلزونى ولكن معظم المصانع الجديدة تستخدم الشكل الحلزونى وإعادة تدوير متعدد المراحل (أ.د.ع.م MSR).

معالم العملية typical operating parameters:
يعامل شرش الجبن الحلو على درجات حرارة من ٢٨ – ٣٠°م أو على ٨ – ١٢°م. وعلى درجة الحرارة الأعلا يصبح رقم جـيد عاملاً مهماً فإذا كان رقم جـيد أعلا من ٥,٧ فإن فوسفات الكالسيوم تترسب على حوالى ١٨٪ محتوى جوامد لأن ذوبان فوسفات الكالسيوم يختلف عكسياً مع درجة الحرارة. ويمكن العمل على أرقام جـيد أعلا على درجات حرارة منخفضة. وضبط رقم جـيد يمكن أن يحصل عليه بتجريع حمض معدنى أو إذا تطلب الأمر جودة منتج عالية بتجريع ك أ٢ فى الشرش. وميزة ثانى أكسيد الكربون هو التطاير من الشرش أثناء التبخير والتجفيف. وتبلغ ضغوط العملية حوالى ٣٠ – ٦٠ بار bar ويتوقف ذلك على نوع الغشاء والوعاء module ودرجة حرارة العملية وهذه تعطى تدفقات متوسطة حوالى ٢٠ لتر/م٢/ساعة. وتختلف بإختلاف الغشاء ودرجة الحرارة والمصنع فمصنع ذو مرحلة واحدة يعطى تدفقاً متوسطاً أقل من مصنع متعدد المراحل.

والجارى أن يعمل على عملية لمدة ١٠ – ٢٤ ساعة ثم ينظف ودورة التنظيف تتكون من التنظيف بمنظف detergent ثم بحمض. والمنظف عادة إنزيمى إذا كانت الأغشية من خلات السيليولوز أو قاعدى إذا كانت من مركب الفلم الرفيع. وأغشية

خلال السيليولوز يمكن تصحاحها sanitized بتركيزات منخفضة من الكلور.

أما شرش الحمض فله رقم جيد ٤,٥ - ٤,٧ وينتج فى تصنيع جبن الكوخ cottage cheese والجبن "الطازجة fresh" والكيزين. ولأن بروتينات الشرش قريبة من نقطة التكاهر isoelectric فى هذا النوع من الشرش فإنها تعمل على زيادة خطورة إستقطاب التركيز concentration polarization. وعلى ذلك فالتدفق عند الظروف المقارنة يكون أقل حوالى ١٠٪ عن الشرش الحلو وهذا يمكن التغلب عليه بالعمل على درجات حرارة أعلا لأن فوسفات الكالسيوم أكثر إستعدادا للذوبان على رقم جيد منخفض.



الصورة (٤): مصنع التناضح العكسى فى معاملة الشرش (تنكات التوازن لاتظهر).

والمتخلل/النافذ من تركيز الشرش يتميز بقيمة مطلوب الأكسجين الكيموحيوى (ط.أ.ك حيوى BOD) أو مطلوب الأكسجين الكيماوى (ط.أ.ك COD) وهذا يتأثر بنوع الغشاء ونوع الشرش والمصنع. ومصنع يستخدم غشاء مركب الفلم الرفيع يعطى مطلوب أكسجين كيموحيوى فى مدى ١٠٠ - ٢٥٠ مجم/لتر عندما يعامل الشرش الحلو. وعند معاملة شرش حمض معدنى فى تصنيع كيزين على سبيل المثال فإن مطلوب الأكسجين الكيموحيوى يزيد بنسبة ٥٠٪ بينما شرش حمض اللاكتيك يزيد مطلوب الأكسجين الكيموحيوى بعامل ثلاث مرات.

والتناضح العكسي عادة يستخدم في تركيز الشرش قبل تركيزه بالتبخير والتجفيف ويسبب ذلك إما زيادة في المقدرة capacity مطلوب حيث يكون أسهل إقامة مصنع تناضح عكسي عن إضافة تأثير للمبخر، أو أن الموقع ليس له أي مبخر ويرسل شرشه في هيئة سائل إلى مصنع معاملة الشرش وفي الحالة الأخيرة فإن تكاليف النقل تقل بإستخدام مصنع التناضح العكسي.

إزالة ملح الشرش whey desalting: بعض منتجات الشرش تتطلب شرشاً منزوع المعادن والذي ينتج بإستخدام التبادل الأيوني. وهناك مصانع الآن تجمع مابين ترشيح نانو nano filtration والتبادل الأيوني ion exchange. ويوضع الترشيح الأيوني في أعلا التيار upstream من التبادل الأيوني ويمكن أن يحقق ٣٠ – ٤٠٪ خفض في محتوى معادن الشرش. وهي تعمل بالضبط كمصانع التناضح العكسي التقليدية/ القياسية ولكن نظراً لمرور بسيط للاكتوز فإن مطلوب الأكسجين الكيموحيوي للمتخلل/النافذ يميل إلى أن يكون أكبر.

المتخلل/النافذ من ترشيح فائق العلو للشرش: المتخلل الناتج من الترشيح فائق العلو للشرش هو أساساً محلول لاكتوز ومعادن. والبروتين والدهن يحتفظ بهما في غشاء الترشيح فائق العلو. ويعامل السائل بالتناضح العكسي أو ترشيح نانو بالطريقة نفسها للشرش. والفرق الرئيسي هو أن متخلل الترشيح فائق الدقة يمكن أن يعامل على درجة حرارة ٥٠°م بدون ترسيب فوسفات الكالسيوم.

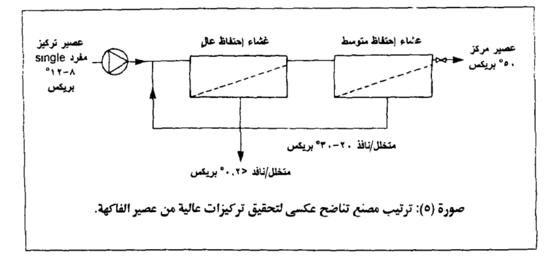
اللبن milk: كلا اللبن الكامل واللبن الفرز يركزان بالتناضح العكسي ولكنه أقل شيوعاً من معاملة الشرش. واللبن المركز عادة يستخدم في شكله السائل إما لإنتاج زبادي أو جبن أو لنقله إلى نقطة الإستخدام لإعادة التخفيف. واللبن يبستر ويبرد إلى ٥٠°م قبل مروره إلى مصنع التناضح العكسي حيث يركز بعامل ١,٢ – ٢ ويتوقف على طريقة إستخدام المركز. ومع المستويات العالية للبروتين في تركيز اللبن يحدث الإستقطاب بسهولة وهذا يميل إلى الحد من التدفق وبالتالي تحفظ الضغوط في العملية منخفضة على ٢٠ – ٣٠ بار bar.

عصير الفواكه fruit juice: بعكس صناعة الألبان فإن صناعة عصير الفاكهة ليس لها تطبيق واحد معروف بالرغم من أن هناك عدداً من مصانع التناضح العكسي تعمل في الصناعة. والعصائر الرائقة والتي تركز للتخزين تركز إلى ٤٠ ÷ ٦٠° بريكس. وفي هذه التركيزات فإن الضغط التناضحي للعصير يزيد على الحد الأقصى المتحصل عليه بإستخدام التناضح العكسي التقليدي. فلابد من إشتراك غشاء ضغط عالي الإحتفاظ high retention مع غشاء يمرر السكر جوهرياً. ويظهر هذا المصنع في الصورة (٥) ويدعى أن تركيزات أعلا من ٥٠°بريكس يمكن الحصول عليها. والتناضح العكسي التقليدي له دور يلعبه في صناعة تركيز العصائر التي تستخدم في منتجات مثل

الباساتو passato (مركز عصير طماطم حوالى ٨٪ جوامد كلية) والزبادى والعصير الذى يصاف للفاكهة المعلبة.

الطمـاطم tomato: يستخدم التناضح العكسى لتركيز عصير الطماطم من ٤,٥ إلى ٨,٥° بريكس وتقنياً فإنه يمكن التركير إلى ١٥° بريكس. وتكسر الطماطم وتنهى بالطريقة العادية. وإدا أستخدم التكسير الساخن فيبرد العصير إلى ٦٥°م قبل دخول مصنع التناضح العكسى.

وتستخدم الأوعية modules الأنبوبية فى هذا التطبيق نظراً لمحتوى الجوامد المعلقة العالى فى العصير. وهدا عادة ٢٣٪ بالحجم لعصير قوة تركير واحدة من أصل أوروبى. والأصناف الأمريكية مع تقياب المعاملة تنتج عصيرا يحتوى جوامد معلقه أكثر ومحتوى الألياف العالى واللب فى عصير الطماطم يعطيها حاصيتين: الأولى إنسياب غير نيوتونى مع لزوجة ظاهرية تزيد بسرعة مع تركيزات من ١٠ مليون باسكال إلى أعلا من ١٠٠ مليون باسكال على معدل قص shear ١٢٠٠ فى الثانية. وهدا عوضاً عن الضغط التناضحى هو العامل المحد فى هذا التطبيق. والخاصية الثانية هى أن التدفق فى التناضح العكسى لايتوقف على سرعة إنسياب-عبر cross-flow velocity. ولكن لتجنب تكوين القنوات channelling فى شبكة عديد القنوات لمصنع التناضح العكسى فإنه من المعتاد المحافظة على سرعات إنسياب-عبر أعلا من ٢ متر/ثانية.



صورة (٥): ترتيب مصنع تناضح عكسى لتحقيق تركيزات عالية من عصير الفاكهة.

ويتم التنظيف بإستخدام منظف قلوى مرتين إحداهما بعد الأخرى. وتستمر دورة التنظيف حوالى ساعتين وتجرى يومياً. ومع هذا النظام إستمر العمل فى عمر الغشاء ٤-٥ فصول. والعصير الناتج بهذه التقنية له خواص إنسيابية مشابهة للعصير المركز بالتبخير واللون أكثر حمرة عن العصير المبخر نظراً لدرجات الحرارة الأقل المستخدمة فى التناضح العكسى.

البرتقال orange: عصير البرتقال يركز بالتناضح العكسى التقليدى إلى ١٨ - ٢٥° بريكس كتركيز مبدئى للتركيز بالتبخير أو التجميد. فيستخلص العصير ويبستر قبل أن يمر إلى مصنع التناضح العكسى والعصير على ١١° بريكس أكثر إنخفاضاً فى اللب عن عصير الطماطم والضغط التناضحى للعصير هو القوة المُجِدَة فى التركيز. والذى يسبب الإنسداد الرئيسى هو الهيسبيريدين hesperidin والذى يمكنه أن يترسب على الغشاء مسبباً فقداً شديداً فى التدفق. وهذا يتم إزالته بسهولة باستخدام إندفاق flush بسيط بمحلول أيدروكسيد صوديوم. والتدفق يمكن إعادته والمصنع يعود إلى العمل فى خلال ١٥ق. وهذا التنظيف يتم على فترات مابين ٧ ، ١٤ ساعة كما هو مطلوب. وكل ٣- ٤ أيام يغسل بمنظف قلوى.

وبعد التركيز يصبح العصير بعد ذلك بحيث لايمكن تمييزه عن العصير المركز جميعه بالتبخير أو التجميد. ولكن تركيز العصير بالتناضح العكسى يمكن أن يكون أقرب للعصير الطازج. وتقنيات الحصول على عصير عالٍ فى البريكس بالتناضح العكسى أعلا من التبخير.

العصائر الأخرى: يتم تركيز عصير التفاح وبعض العصائر من الفاكهة الإستوائية وبعض الفواكه الطرية ومختلف العنبيات berries.

المشروبات beverages

إزالة الكحول dealcoholization: يستخدم التناضح العكسى لإزالة محتوى الكحول من البيرة والنبيذ. وفى هذه العملية يتم تركيز المشروب ثم يعاد إلى القوة المفردة single strength بالماء أو يضاف الماء بنفس المعدل الذى يزال فيه المتخلل/النافذ وهذه العملية تعرف بالترشيح المزدوج diafiltration. ويمر الكحول خلال الغشاء بمرور مذاب ٣٠ - ٧٠٪ ويتوقف على الغشاء وظروف العملية. وبعض مركبات النكهة ذات الوزن الجزيئى المنخفض تمر أيضاً من الغشاء ولكن هذا يمكن تعويضه فى حالة البيرة بعمل صناعة البيرة brewing خصيصاً لعملية إزالة الكحول.

والعملية يناسبها إنتاج بيرة منخفضة الكحول حوالى ١٪ كحول لأن الحصول على محتويات أقل يتطلب كميات كبيرة من مياه الترشيح المزدوج وبالتالى مساحات أغشية كبيرة. وتجرى العملية عادة على درجات حرارة أقل من ٥°م معطية تدفقاً أقل من ١٠ لتر/م^{٢}/ساعة.

نبيذ عصير ماقبل التخمر wine must: كثيراً مالايُعطى العنب سكراً كافياً لإعطاء نبيذ بالجودة المطلوبة فمن الممكن تقوية العصير قبل التخمر بالسكر أو عصير عنب مركز. وبالتبادل يمكن تركيز "العصير ماقبل التخمر" بالتبخير أو التناضح العكسى ويجب التركيز بحيث يرتفع من حوالى ٢٠° بريكس إلى حوالى ٢٥° بريكس. وهذا يزيد المحتوى الكحولى الممكن تقريباً ٣٪. وتجرى العملية مابين ٥ و ٢٥°م متوقفاً على نوع النبيذ وعلى ضغوط زيادة عند ٦٠ بار bar. والضغط العالى مطلوب للتغلب على الضغط التناضحى العالى "للعصير

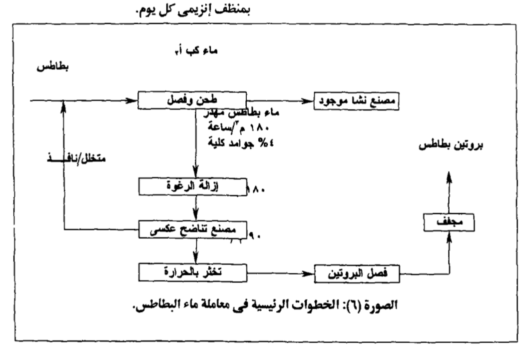
ماقبل التخمر". ويفضل إستخدام أغشية مركب فلم رفيع عالي الإحتفاظ.

لتحويل الفقد إلى منتج يمكن بيعه أو كطريقة للمعاملة المبدئية قبل الطرح.

المشروبات الأخرى: عدد من المشروبات الأخرى كالشاى والقهوة أختيرت للتناضح العكسى وهناك براءات إختراع تعطى لهذه العمليات.

المُخْرجات effluents: لايستخدم التناضح العكسى لمعاملة المُخْرَجَات العامة من صناعة الأغذية. ولكن هناك عدداً من المصانع تستخدم فى معاملة تيارات الإهدار كجزء من العملية أو

ماء البطاطس potato fruit water: هذا مثل تيار فقد waste stream والذى تزداد درجته الى منتج يباع (الصورة ٦). ووظيفة المصنع هى تركيز ١٨٠ م^{٣}/ساعة من ماء الفاكهة بعامل ٢. ويستخدم غشاء خلات السيليولوز حيث أنها تظهر أحسن مقاومة للإنسداد بماء الفاكهة. والمصنع يستخدم مابين سبتمبر ويناير ومقسم إلى ستة خطوط، خمسة منها تعمل على العملية بينما السادس ينظف بمنظف إنزيمى كل يوم.



الصورة (٦): الخطوات الرئيسية فى معاملة ماء البطاطس.

مُخْرَجُ القهوة coffee effluent: تيار ناتج عن إنتاج القهوة الفورية مثال لتيار لمُخْرَج يركز بالتناضح العكسى قبل المعاملة بعد ذلك. والمُخْرَج يحتوى تقريباً ١٪ جوامد. وهذا يركز إلى ١٠ - ١٥٪

فى مصنع ذى خمسة مراحل ومنه يمر إلى الإحتراق.

عام general: هناك عدد آخر من التطبيقات فى صناعة الأغذية وهذه تشتمل على سبيل المثال

تركيز بياض البيض وإستعادة ماء سلق الخضر لإنتاج نكهات وتركيز الماء المهدر فى تصنيع الخميرة. وهناك تقنيات لم يُصَرَح بها.
(Macrae)

نطح

النطيحة

النطيحة هى الشاة التى تنطحها أخرى أو غير ذلك فتموت قبل أن تذكى. (القرطبى)

نظف

• طرق التنظيف فى المصنع
cleaning procedures in the factory

أنواع المنظفات types of detergents

تحديد المنظف لأى عملية تنظيف فى مصنع الأغذية أو المشروبات يكون عرضة لعدد من قرائن الإختيار وهذه القرائن تشمل تصميم المصنع وتركيبه والنتيجة المرغوبة وطرق التنظيف المتاحة ونوع الوساخة soil الموجودة والكيفية التى تكونت بها الوساخة وطبيعة عملية الإنتاج والتكوين الكيماوى للمياه المتاحة.

إختيار القرائن

النتيجة المطلوبة the result required: هناك ثلاثة مستويات للنظافة: تنظيف فيزيقى وتنظيف كيماوى وتنظيف من الكائنات الدقيقة.
والسطح النظيف فيزيقياً هو السطح الذى هو بصرياً نظيف إلى مقياس مرضٍ. والمقياس نظيف كيماوياً يستخدم لكل التطبيقات وفيه ينظف المصنع بحيث أن السطح المنظف لايعانى من أى شائبة وهذا المقياس يشار إليه بأنه نظيف للماء water-break-free مبيناً أن السطح المنظف يسهل إبتلاله بالماء. والمواد التى يمكنها أن تحقق هذا المقياس عديدة وتختلف من منظفات حامضية إلى متعادلة إلى قلوية والمقياس نظيف من وجهة الكائنات الدقيقة مطلوب لكل السطوح المتصلة بالغذاء مباشرة أو غير مباشرة. وهذا المقياس يشمل خلق سطح مع منع فساد الغذاء بالكائنات الحية المفسدة أو بالكائنات الحية السامة وإنقاص فى المستعمرات الحية الكلية إلى مستوى مقبول. والمواد المستخدمة لذلك عديدة وتشمل تلك المستخدمة مع سطح نظيف كيماوياً ويستخدم المنظف مع المطهر disinfectant. وعندما يرتبطان معاً يسميان تصحاحيان sanitizers.

الوساخة وطريقة توليدها
soil type & manner of generation

الوساخة يمكن أن تعرف بأنها أى مواد غير مرغوبة على السطح وهى تقسم إلى عضوية من مواد حية أو غير عضوية وتأتى من معادن. والأولى تزال بمواد قلوية والثانية تحتاج إلى أحماض. والوساخة تختلف فى التركيب وهذا يتوقف على معالم المعاملة بما فيها المواد الغذائية المستخدمة ودرجة حرارة المعاملة وعمر الوساخة وظروف صعوبة المياه.
والوساخة الناتجة على سطوح ساخنة تختلف عن تلك الناتجة على السطوح غير المسخنة ويرجع ذلك لعدة أشياء فدرجة الحرارة العالية لوحدات تبادل الحرارة يمكن أن تسبب مسخ للبروتينات

وتكرمل السكريات وترسيب أملاح المعادن. وعادة تدخل الدهون والزيوت إلى متبقيات الوساخة بدون تغيير ولكن درجات الحرارة العالية حداً قد تؤدى إلى بلمرة هذه المكونات. وتحدد المواد الخام نوع الوساخة، فاللحم والدواجن وساختها بها مكون دهنى أساساً بينما وساخة المخابز قد تحتوى نشا مكربن ورواسب سكر. وإرتباطات بين العمليات المستخدمة مع الأغذية تحور المواد الخام المستخدمة وبالتالى تكوين الوساخة. والجدول (١) يبين وساخة اللبن كوظيفة/دالة على الظروف التى تم عليها تكون الوساخة وعمر اللبن الذى تكونت منه. ويمكن عمل بعض التعميمات كما هو واضح من الجدول (١). فالمحتوى المعدنى للوساخة يزداد بإرتفاع درجة الحرارة ورواسب الدهن تميل إلى النقصان وإن كانت تتوقف على تاريخ اللبن واللبن الطازج يعطى وساخة أكثر خاصة من الدهن. وسطوح المبادلات الحرارية كما فى حالة المبسترات عالية درجة الحرارة قصيرة المدة عادة تعطى كمية صغيرة من الدهن وهذا يعتقد أنه محبوس مع وساخات أخرى كالبروتينات. وتتأثر طبيعة وساخة اللبن بالتجفيف الهوائى (مقابل التجفيف بالبخار) وإضطراب turbulance إنسياب اللبن وجودة اللبن وجودة اللبن من حيث الكائنات الدقيقة وحموضة اللبن.

جدول (١): الإختلافات فى تكوين وساخة اللبن.

	الدهن	بروتين	معادن	المترسب الكلى
وساخة اللبن على السطوح الباردة				
- متوسط	اساسى	متوسط ١٧-٢٥٪ من الدهن	صغير جداً	
- لبن طازج	يزداد			يزداد
- بكتيريا عالية	تتفاعل الفوسفوليبيدات مع بعض البكتيريا	يزداد		قوة تماسك أكبر more tenacious
- إرتفاع درجة حرارة اللبن	يقل	يزيد	يزيد	قوة تماسك أكبر more tenacious
وساخة اللبن على السطوح المسخنة				
- متوسط	صغير	ممسوخ كميات رئيسية	فوسفات الكالسيوم كميات رئيسية	
- زيادة درجة الحرارة		يزداد أو ينقص (تبعاً لدرجة الحرارة)	يزداد	وساخة متماسكة
- اللبن يحتفظ به قبل التسخين إلى درجة حرارة أعلا		ينقص	يزداد	وساخة متماسكة
- اللبن المعمر aged milk				ينقص

تصميم المصنع والمبانى

plant design & construction

أى منظف يجب ألا يؤثر تأثيراً ضاراً على مواد البناء ومعظم المصانع منشأة من الصلب غيرالقابل للصدأ وهو مقاوم للتآكل بواسطة المنظفات والمطهرات وتأثير أيدروكسيد الصوديوم على الألمنيوم والسطوح المجلفنة قد يؤدى إلى تآكل سريع وإلى خروج غاز الأيدروجين الذى قد يكون مخاليط مفرقعة فى الهواء. وتحتاج الأعمال الكهربية والعمليات الحساسة للماء أقل إستخدام للماء وبالتالى تحتاج إلى المنظفات والتى تحتوى كحولات غير سامة وغير مُبَقِعَة. وقد يحتاج الأمر إلى تقنيات تستخدم الرغاوى أو الجل.

تقنيات النظافة المتاحة

مع التنظيف فى المكان (ن.م CIP) يمكن إستخدام مواد قوية حيث تعطى ضبطاً أكبر فى درجات الحرارة ووقت الإتصال وقوة المنظف بالنسبة للتنظيف اليدوى. ولكن هناك مايستلزم إستخدام التنظيف اليدوى وفيه يجب تجنب إستخدام مواد عدوانية على أساس الصحة والأمان، بل تستخدم مواد قرب التعادل أو متعادلة.

الماء

الماء قد يحتوى صعوبة مقاسة بكبريتات الكالسيوم وهى تقسم إلى صعوبة مؤقتة ترسب بالحرارة وصعوبة دائمة ترسب بقلوية مرتفعة. وحيث تستخدم المنظفات القلوية على درجات حرارة مرتفعة فهناك إحتمال لترسب قشور على السطح. وقد تكون مصدراً للتلوث الفيزيقى ومن الكائنات الدقيقة كما أن منظرها غير لائق ولذا تستخدم مواد خالبة أو تنتشر فى المنظفات القلوية.

• مكونات المنظف detergent components

المنظفات تحتوى على الأحماض والقلويات والمواد المتعادلة. والأحماض تذيب الأملاح المعدنية وتحلمىء البروتينات بينما القواعد تكسر المترسبات المتكربنة وتصبن الدهون والزيوت. والمنظفات المكونة لها القدرة على إحتواء خواص المواد الخام مع المكونات الأخرى لإعطاء التفاعلات الفيزيقية والكيماوية الآتية:

١- تبليل السطح للسماح بالإتصال بين المنظف والوساخة.

٢- التفاعل الكيماوى مع الوساخة فعلى الأقل تحدث ثلاثة تفاعلات: تصبن الدهون والزيوت بالقلويات؛ حلمأة البروتينات وإذابة الأملاح المعدنية بواسطة الأحماض.

٣- تشتيت جسيمات الوساخة الكبيرة إلى أجزاء دقيقة.

٤- تعليق الوساخة المزالة فى محلول المنظف.

والجدول (٢) يعطى أنواع المنظفات المستخدمة كثيراً.

المنحيات/الخالبات sequestrants

المنحيات/الخالبات تستخدم لمنع ترسيب أملاح صعوبة الماء فى المحاليل الساخنة أو القلوية. والمنحيات الاستوكيومترية stoichiometric تعمل بالإرتباط كيماوياً بأملاح صعوبة الماء مكونة معقدات تذوب فى الماء ولاتترسب وهذه تسمى خلب chelation.

جدول (٢): أنواع المطهرات.

نوع المطهر	مدى جـ يد	المكونات المستخدمة بترتيب أهميتها	التطبيقات
كاوى caustic	+١٣	صودا كاوية، أو بوتاسا كاوية، منحيات، مواد ذات نشاط سطحى	ن.م CIP، د.ح.ع.ف.ق HTST، تنظيف، غسيل الزجاجات
قلوى alkaline	١٠-١٣	كربونات، سيليكات وفوسفات، صودا كاوية، منحيات، مواد ذات نشاط سطحى	ن.م CIP، غسيل الصوانى والأرضيات
متعادل	٥-١٠	مواد ذات نشاط سطحى، فوسفات، مذيبات	تنظيف السطوح باليد والأوانى، إستخدامات يومية ومنتجات صحية شخصية
حمضى	صفر-٥	حمض فوسفوريك، حمض نيتريك، حمض سلفاميك، حمض كلورودريك، مواد ذات نشاط سطحى، مواد مضادة للكائنات الدقيقة	مواد مزيلة للقشور، مطهرات حمضية مركبة لتطبق فى رقم جـ يد منخفض (تخمرية)، مطهرات مركبة للإستخدام حيث الوساخة خفيفة (مثل استخدامها فى اللبن الخام فى مصانع الألبان)
غير مائى	٥-١٠	كحول، مواد ذات نشاط سطحى، مواد مضادة للكائنات الدقيقة	فى المناطق الحساسة للرطوبة
جل	١-١٤	يتوقف على الإستخدام	إستخدامات خاصة حيث يحتاج الأمر إلى زمن إتصال طويل والمواد إما أن تكون جلاً بالتخفيف بالماء أو أنها نفسها جل
رغاوى	١-١٤	يتوقف على الإستخدام	إستخدامات خاصة وزمن الإتصال ليس طويلاً مثل الجل ولكن الرؤية أحسن. الهواء مطلوب ليكون رغاوى
مضافات	١-١٤	يتوقف على الإستخدام	يضاف إلى المطهرات الموجودة أو للغسيل rinsing والفئات تشمل ضبط القشور وضبط الرغاوى وضبط الكائنات الدقيقة (حافظات)

والمنحيات ذات العتبة threshold تعمل على تركيزات منخفضة جداً (١-٥ جزء فى المليون). وهى تعمل ليس بالتذويب بل بتغيير التركيب الفيزيقى للمترسب بحيث لاتكون قشوراً. وهذا يسمى مُحَوِر نمو البلورة crystal growth modifier والمواد المستخدمة هى:

الأحماض الأيدروكربوكسيلية hydrocarboxylic acids: أكثرها إستخداماً هو حمض الجلوكونيك وهو يذوب في الصودا الكاوية وله ثبات جيد على درجة الحرارة العالية ولمدة طويلة ويلزم إستخدامه مع قلوى كاوى حر. فمثلاً عند رقم $جـ_{يد}$ ١١ فإن ١جم من جلوكونات الصوديوم يخلب فقط حوالى ٢٥جم من كربونات الكالسيوم في حين أنه في وجود ٣٪ صودا كاوية المحاليل ($جـ_{يد}$ ١٤) ١جم من جلوكونات الصوديوم تخلب ٣٢٥ جم كربونات كالسيوم. وجلوكونات الصوديوم يظهر أنها منحى كفء لحديد الحديديك على مدى متسع من $جـ_{يد}$. وحمض الجلوكوهيبتونيك glucoheptonic أو هبتونات الصوديوم في محلول كاو لها خواص مماثلة لجلوكونات الصوديوم. وحمض السيتريك يستخدم بدرجة أقل فهو أغلى وأقل تأثيراً في خلب الكالسيوم على رقم $جـ_{يد}$ مرتفع.

الأحماض الأمينوكربوكسيلية aminocarboxylic acids: أهم أعضاء هذه المجموعة من المنحيات: الإيثيلين ثنائي الأمين رباعي الخليك (أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA) ونيتريلو ثلاثي حمض الخليك (ن.ثلا.خ NTA) ويستخدمان كاملاحهما مع الصوديوم في تركيب المنظفات القلوية والكاوية. وذوبان هذه المنحيات محدود جداً في المستويات الكاوية العالية فعادة توجد في تركيبات كاوية متوسطة إلى منخفضة حرة. و أ.ثنا.أ.ر.خ EDTA يستطيع أن يكون مخلبات أثبت من ن.ثلا.خ NTA ويفضل إذا كان هناك حاجة لإزالة القشور ولتنعيم المياه على $جـ_{يد}$ متعادل إلى قلوى بسيط فإن كليهما جيد ولو أن ن.ثلا.خ NTA ربما كان أرخص. وكلاهما جيد للحديد في ظروف خفيفة حمضية أو متعادلة.

وكلاً من الأحماض الأيدروكربوكسيلية والأمينوكربوكسيلية تعمل كمنحيات استوبكيومترية أى أنها تخلب في نسبة ثابتة مع إيونات المعادن.

الفوسفاتات phosphates: هذه تكون مجموعة خالبات ولكن نظراً لذوبانها المحدود ولثباتها في الكاوى السائل فإن عديد الفوسفات يوجد في المنظفات المسحوقة. وهى تساعد على بناء تركيب المنظف بتحسين خواص الإنتشار والغسيل. وإستخدامها في التركيبات السائلة محصور أساساً للمنتجات القلوية والمتعادلة.

الفوسفوناتات phosphonates: تحتفظ بمعظم مزايا الفوسفاتات ولها ذوبان أحسن في الكاوى وثابتة في المحلول ولكنها أغلى.

مواد خالبة أخرى: لايمكن وجود كل مايطلب من عوامل الإبتلال والنشر والتعليق والغسيل في مركب واحد ولذا لزم أن يخلط معها مواد خام واحدة أو أكثر للوصول لهذا الغرض وهذه تسمى منظفات مبنية built detergents ومن أهمها مجموعة حمض عديد الأكريليك ولها ذوبان وثبات معقول في المحاليل الكاوية وتستخدم لتحل محل عديد الفوسفات.

المواد ذات النشاط السطحي surfactants

تستخدم المواد ذات النشاط السطحي في تركيبات المنظف لأغراض إبتلال الوساخة والنفاذ فيها وتعليقها وللمساعدة على الغسيل بخفض التوتر السطحي. وتستخدم لثبات الرغوة أو لتكسيرها. وكلها لها جزيئات محبة أو كارهة للماء وهي عندما تضاف للماء فالجزيئات تتركز عند السطح في محاولة لأن يكون أكثر الأجزاء الكارهة للماء خارج السائل وأعلا من تركيزات معينة للجزيئات التي لاتجد مكاناً عند السطح فتكون تركيبات تسمى تجمع غروى لجزيئات/مديلات micelles في جسم المحلول وهذه تستطيع أن تحتفظ بالوساخة في معلقات وحتى تستطيع إذابتها. وهي تقسم تبعاً للشحنة الموجودة عليها موجبة أو سالبة أو غير أيونية عندما يكون هناك شحنة صافية والمجموعة الأمفوترية تحمل أي من الشحنتين متوقفاً على رقم جهد.

والصابون من المواد ذات النشاط السطحي السالبة ومن أمثلتها سلفونات الألكايل وكبريتاته ولها خواص منظفة جيدة وتكون رغاوى. والمواد ذات النشاط السطحي الموجبة تشمل أملاح الأمين الدهنية وهي تستخدم في مثبطات التآكل ومركبات رباعي الأمونيوم quaternary ammonium لها قوة تنظيف محدودة وعادة تكون رغاوى كثيرة. والمواد ذات النشاط السطحي غير الأيونية تأتي من البترول من الكحول مع أكسيد الإيثيلين أو البروبيلين المتكثف. وهي قد تكون ذات رغوة وفيرة أو لاتكون رغوة أو تكسرها.

القلويات alkalis: الجدول (٣) يعطي خواص بعض المواد القلوية.

جدول (٣): خواص مختلف القلويات النسبية.

القلوى	منظف عضوى	منظف غير عضوى	تقبل الماء tolerance	تعليق الوساخة	الخواص المضادة للبكتيريا	تقبل[أ] التآكل	تقبل التركيب formulability
أيدروكسيد صوديوم	+++	+	+	+	++	+++	+
أيدروكسيد بوتاسيوم	+++	+	+	+	++	+++	++
كربونات صوديوم	++	+	+	+	+	+++	+
سليكات قلوية	++	+	+	++	+	+++	+
فوسفاتات	++	+	++	++	+	+++	+

أ: نحو الصلب غير القابل للصدأ درجات ٣٠٤، ٣١٦.

+: فقير، ++: معتدل، +++: جيد.

وأكثرها إستخداماً هو أيدروكسيد الصوديوم (صودا كاوية) وهي تمسخ البروتينات وتذيبها وتصبن الدهون وهي إلى حد ما مضادة للبكتيريا. وهي مقبولة في التآكل ضد الصلب غير قابل للصدأ وإن كانت تتآكل مع المعادن الطرية. ويستخدم أكسيد البوتاسيوم (البوتاسا الكاوية) عندما

يكون هناك مشكلة مع ثبات المنتج وهى تشبه الصودا الكاوية فى فعلها. والكربونات تستخدم كالملح الصوديومى ص$_٢$ ك أ$_٣$ وهى رخيصة وتساهم فى قلوية التركيب ولكنها محدودة التنظيف. والسيليكات القلوية تستخدم لأنها تساهم فى نفاذية الوساخة وتساعد فى تعليق الوساخة مانعة المادة من الترسيب كما أنها تمنع مهاجمة المواد القلوية على بعض المعادن خاصة الألومنيوم وأكثرها إستخداماً سيليكات الصوديوم ص$_٢$ س أ$_٣$. وإذا إنخفض رقم ج$_{يد}$ إلى الناحية الحمضية فإن معظم قشور السيليكا غير الذائبة تترسب. كما تستخدم الفوسفاتات. وكمصادر للقلوية تستخدم الأورثوفوسفات وأكثرها إستخداماً فوسفات ثلاثى الصوديوم ف.ثلا.ص TSP والفوسفاتات المكثفة أو المعقدة. وهى تساعد على الإبتلال وعلى تعليق الوساخة خاصة صوديوم ثلاثى عديد الفوسفات وهى تتفاعل تآزرياً مع المواد ذات النشاط السطحى السالبة للمساعدة على التنظيف.

الأحماض acids: أستخدمت أولاً لإزالة القشور ولكنها تستخدم الآن فى التنظيف فى المكان ن.م CIP وأكثرها إنتشاراً حمض الفوسفوريك. وعند خلطها مع مواد ذات نشاط سطحى مناسب فإنها تكون مرضية كمنظف ن.م CIP. ومع حمض النيتريك يكون لها قوة مهاجمة وبعض النشاط ضد البكتيريا. وحمض الكبريتيك متآكل ضد الصلب غير القابل للصدأ ويجب تكوينه مع مثبط للتآكل. وحمض الكلورودريك يمكن أن يثبط من مهاجمة الصلب البسيط بإستخدام مثبطات تآكل موجبة وفى هذه الحالة تزيل قشور الماء الصعب. وحمض السلفاميك مسحوق وله خواص إزالة قشرة جيدة.

المكونات الأخرى other components

هيبوكلوريت الصوديوم له مقدرة بقاء المنظف بجانب إن له خواص مضادة للحيوى biocidal ولكن يجب إستخدامه بحذر. وفى الوسط القلوى فإن قواه المؤكسدة تصلح فى إذابة أفلام البروتين وهو قد يسبب التقاط لطخ taint مع بعض اللدائن ويسبب تآكل الحفر على الصلب غير القابل للصدأ. والمذيبات لاتستخدم لأنها قد تؤدى إلى لطخ فى المذاق والشم. والمخففات والمالئات تستخدم لضمان ثبات المنتج السائل أو أن المسحوق يبقى ذو إنسياب حر. وهى قد تستخدم لخفض طبيعة التآكل لمكونات أخرى.

مشاكل المتدفقات effluent problems: تتطلب اللوائح أن ج$_{يد}$ السوائل الخارجة - الإهدار - تكون من ٦ - ١٠ ومعظم المنظفات المستخدمة قلوية فهناك ميل للزيادة عن حد ج$_{يد}$ الأعلا. وإن كان التخفيف الذى يحدث فى السائل يحد من هذا كما يحد منه إستخدام منظفات حامضية لتُكمِل إستخدام القلوى. وهذا له قيمته فى صناعة البيرة والمشروبات الخفيفة والألبان.

والمواد ذات النشاط السطحى السالبة وغير الأيونية لابد وأن تزيد على ٨٠٪ تكسير بيولوجى. والتغير لمواد ذات نشاط سطحى تتكسر بيولوجياً بسرعة تصنع مشاكل تكون الرغوة النسبية من إستخدام

المنظف وتصبن الدهن بواسطة المواد القلوية منتجاً صابوناً وبذا تتكون رغوة.

• أنواع المطهرات types of disinfectants
يتبع مرحلة المنظف مرحلة المطهر ومرحلة المنظف تترك سطحاً كيماوياً نظيفاً ومرحلة المطهر هى ضمان زائد للنظافة ولمنع إعادة التلوث مرة أخرى وهى لاتعوض عن مرحلة منظف سيئة أو عملية مصممة سيئاً.

التطهير disinfection

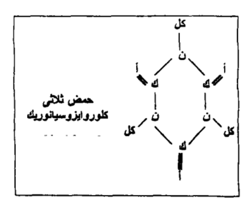
التطهير هو "هدم الكائنات الحية ولكن ليس عادة جراثيم البكتيريا وهى ليس من الضرورة أن تقتل كل الكائنات الدقيقة ولكنها تقلل منها إلى مستوى مقبول بالنسبة لغرض معين فمثلاً مستوى لا هو ضار للصحة أو الجودة أو البضائع المعرضة للفساد perishable goods". وبالطبع لايجب أن يكون هناك كائنات دقيقة ممرضة.

وإختيار المطهر يتوقف على: متطلبات المستخدم ونوع المعاملة وأجهزة التنظيف وطريقة الإستخدام وإلى حد ما التفضيل الشخصى للمستخدم. والمطهرات يمكن أن تقسم إلى مجموعتين عريضتين: المؤكسدة وغير المؤكسدة. والمؤكسدة تشمل الهالوجينات: الكلور واليود والبروم وثانى أكسيد الكلور والمواد التى تحرر/ تطلق الأكسجين مثل حمض بيروخليك peracetic acid وفوق أكسيد الأيدروجين. والمطهرات غير المؤكسدة: مركبات الأمونيوم الرباعية والمواد الحمقلية asphoterics والبيجوانيدات biguanides والأحماض ذات الأيونات السالبة acid anionics.

• الخواص الكيماوية والفيزيقية
المطهرات المؤكسدة
الهالوجينات halogens: الكلور النشط متاح من نوعين من المواد:

١- مركبات غير عضوية تحتوى أيونات هيبوكلوريت إما كسائل مثل هيبوكلوريت الصوديوم (ص أ كل NaOCl) أو مسحوق مثل فوسفات الصوديوم الثلاثى المكلورة ((ص٣ فو أ٤ ١١ يد٢أ)٤ ص أ كل ، ص كل).
٢- مسحوق عوامل إطلاق الكلور العضوية مثل ثلاثى كلوروأيزوسيانورات trichloroisocyanurate (الصورة ١):

حمض				قلوى
كل٢	⇌	يد أ كل	⇌	أ كل⁻
غاز الكلور		حمض هيبوكلوروز		أيون هيبوكلوريت



ويستخدم هيبوكلوريت الصوديوم كمطهر عام وهو ثابت فى محلول قلوى خفيف ولذا يستخدم المركز

مُثَبَتاً بأيدروكسيد الصوديوم على رقم جيد حتى ١٢. ويستخدم فى التنظيف فى المكان (ن.م CIP) وفى النقع والرش. وله عدة مزايا: أنه لايكون رغاوى ولايتأثر بصعوبة الماء ولايترك متبقى نشط وله طيف تأثير عريض على الكائنات الدقيقة بما فيها جراثيم البكتيريا والفيروسات وهو سريع الفعل ورخيص. وعيوبه أنه يسبب التآكل لمكونات كثيرة بما فيها الصلب غير القابل للصدأ ويضايق الجلد والعيون ومحاليله غير ثابتة فى الإستخدام ويثبط بالمواد العضوية وقد يعطى لطخاً.

ثانى أكسيد الكلور chlorine dioxide: كل أ، ClO_2 غير ثابت ويعطى غازاً ساماً يذوب فى الماء. وعندما يولد فى الماء كما فى المعادلة فهو مطهر جيد للماء

٥ ص كل أ٢ + ٤ يد كل ⇌

٤ كل أ٢ + ٥ ص كل + ٢ يد٢أ

وهو باستخدامه بتركيزات ٠,٥ - ١ جزء فى المليون يتغلب على عيوب الهيبوكلوريت فهو لايعطى لطخاً ولايسبب تآكلاً وغير سام ولايستخدم الا فى تطهير المياه.

اليود iodine: مركبات اليود المستخدمة فى صناعة الأغذية تحتوى يوداً معقداً مع عديد الفينيل بيروليدون polyvinylpyrrolidone والمركبات الأخرى ذات النشاط السطحى عادة فى محلول حامضى. وتعرف بإسم أيودوفور iodophors وهذه تطلق اليود تدريجياً وهذا اليود الحر الذى يعمل كعامل تطهير، و أمثل رقم جيد له هو ٥,٠

حمض				قلوى
ى٢ ⇌	يد أ ى ⇌	أ ى⁻ ⇌		ى أ⁻
أكبر نشاط	بعض النشاط	غير فعال		غير فعال

وللأيودوفورات طيف عريض ضد الكائنات الدقيقة يشبه الهيبوكلوريت ولو أنها أقل نشاطاً ضد جراثيم البكتيريا وهى سريعة الفعل ولكنها أغلا من الهيبوكلوريت. وتستخدم فى حمامات النقع وفى الرش حتى تركيز ١٠ جزء فى المليون من اليود المتاح. ولونها فى المحلول أصفر-بنى. وقد تسبب لطخاً مع بعض اللدائن وقد تسبب تآكلاً ولذا يجب إستخدام التخفيفات الصحيحة.

البروم bromine: البروم نفسه لايستخدم كمطهر والبروموكلوروثنائى الميثايل ايدانتوين bromochlorodimethylhydantoin يوجد كمسحوق أو كصلب. وفى المحلول يطلق حمضى هيبوبروموز hypobromous وهيبوكلوروز hypochlorous.

العركبات المطلقة للأكسجين
oxygen-releasing compounds

حمض بيرخليك peracetic acid: يوجد على هيئة مخلوط متوازن

ك يد٣ ك(=أ) أ أ يد + يد٢أ ⇌

حمض بيرخليك ماء

ك يد٣ ك(=أ) أ يد + يد٢ أ٢

حمض خليك فوق أكسيد الأيدروجين

وهو يذوب فى الماء ويتكسر حيوياً إلى مركبات غير ضارة

٢كـ يدم كـ(= أ) أأ يد ← ٢ كـ يدم (= أ) أ يد + أم

وهو يسبب تـآكلاً ولـه رائحـة تضايق تشبه الخـل ويصلح للتنظيف فى المكان ن.م CIP حيث أنـه لايكون رغاوى. وهو يتفاعل مع المواد العضوية لأنه فعال جداً وقد يهاجم الحاشيات المطاطيـة وقـد يكـون التآكل مشكلة على التركيزات العاليـة. ولـه طيف متسع ضد الكائنـات الدقيقـة ومنـها جراثيـم البكتيريا والفيروسات وهذا النشاط سريع ويحتفظ بـه على درجات حرارة أقل من المحيطة.

فوق أكسيد الأيدروجين يدم أم : يوجد على هيئـة محاليل وله الميل لأن يتكسر

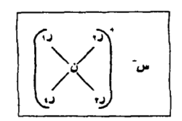
٢ يدم أم ⟵ ٢ يدم أ + أم

ولاينصح بإستخدامه يدوياً ويستخدم فى الرش كما فى التعبئة المطهرة وهو مضاد للبكتيريا والفطـر وهـو بطيء المفعول فيلزم وقت طويل أو درجـة حـرارة مرتفعة.

المطهرات غير المؤكسدة

non-oxidizing disinfectants

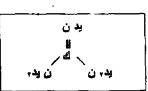
مركبات الأمونيـــوم الرباعيــــة quaternary ammonium: وهـى أحسـن عوامـل النشــاط السطحى الموجب ولها المعادلة العامة الآتية:



و "س" عادة من الهالوجينات ولكن أحيانـاً أيـون كبريتات أمـا ر١ ، ر٢، ر٣ ، ر٤ فـهى عـادة مجموعـات الكايل أو أرايل aryl. وهـى منظفات سـيئة ولكـن عوامل إبتلال جيـدة ومجموعـات ر مـن كـ٨ – كـ١٨ أكثر تأثـيراً. وهـى تكـون رغـاوى بحيـث لاتصلـح للتنظيـف فـى المكـان ن.م CIP ولكـن يمكـن إسـتخدامها فـى النقـع وفـى الإستخدام اليـدوى بـتركيزات ٢٠٠ – ٤٠٠ جـزء فـى المليـون. وأمثـل نشاط عند التعادل ولكنها نشطة مـابين جيد ٣,٠ و ١٠,٠. والنشـاط قـد يضعـف بصعوبـة المياه. وهـى لاتسبب تآكلاً وثابتة فى محاليل الإستخدام وعيوبـها أنها تتأثر بالوساخة العضوية وتميـل إلى الإلتصـاق بالسطوح بحيث يصعـب غسيلها ولـذا فقـد تسـبب لطخاً. ومدى تأثيرها ضد الكائنات الدقيقة أقـل مـن المطهرات المؤكسدة وهى أقل تأثيراً على البكتيريا السالبة لجرام منها ضد البكتيريا الموجبة لجـرام ولها نشاط محدد ضد جراثيم البكتيريا ونشاط قليل جـداً ضد الفيروسـات ولكـى تصبـح فعالـة ضـد الخمـائر والفطريات فإن تركيزاً أعلا يحتاج إليه.

بيجوانيدات biguanides: البيجونيـدات مشتقات من الجوانيدين الذى يوجد فى اللفت والحبوب. وهـى تُوَفَّر كبوليمـرات فـى شـكل أمـلاح غالبـاً أيدروكلوريد. والنشاط الأمثل يقع مابين ج يد ٣,٠ و ٩,٠. وهـى بطبيعتها موجبة وهـى لاتكـون رغـاوى فتصلح للتنظيف فى المكان ن.م CIP وقد تستخدم فى النقـع وفى النظافة اليدوية ومعظمها لها نشاط مضـاد للكائنـات الدقيقـة متسـاو بالنسـبة للبكتيريـا الموجبـة والسـالبة لجـرام وهـى أقـل تأثـيراً علـى

الفطريات والخميرة وغير فعالة ضد جراثيم البكتيريا والفيروسات



الحمقليات amphoteres: تبنى على حمض أمينى مستبدل عادة الجليسيرين ويستخدم المصطلح الحمقلى لأنها فى المحلول تتأين لإنتاج أيونات موجبة وسالبة أو ساجبة zwitterions ويتوقف ذلك على ج يد

ر ن+ يد٢-ك يد٢-ك يد٢ ك(=أ) أ يد   أيون موجب

ر ن+ يد٢-ك يد٢-ك يد٢ ك(=أ) أ-   أيون ساجب

ر ن يد-ك يد٢ ك يد٢ ك(=أ) أ-   أيون سالب

وهى تميل إلى أن تكون سوائلاً تذوب فى الماء. وتصلح للنقع والرش والإستعمال اليدوى ولكنها لاتصلح للتنظيف فى المكان ن.م CIP لأنها تكون رغاوى. وهى متساوية الفعل ضد البكتيريا الموجبة والسالبة لجرام وأقل تأثيراً على الخمائر والفطر ولها تأثير ضئيل جداً ضد جراثيم البكتيريا والفيروسات. وأمثل رقم ج يد مابين ٣,٠ - ٩,٠. وتختلف خواصها من حيث تحمل الوساخة والتآكل تبعاً للحمقلى المستخدم. والتآكل ليس مشكلة وتستخدم فى محاليل ثابتة عادة ١٠٠٠ جزء فى المليون.

الأحماض السالبة acid anionics: يختلف الجزىء المنشط فى الأحماض السالبة كثيراً وهناك نوعان: أولئك المبنية على أحماض الكربوكسيليك وتشمل الأحماض الدهنية ومشتقاتها وتلك المبنية على مواد ذات نشاط سطحى سالبة مع حمض معدنى ولها بعض القدرة على الإبتلال والتنظيف. والمنتجات التى تكون رغاوى لاتصلح للتنظيف فى المكان فتستخدم فى الرش ولاتصلح للإستخدام اليدوى لأن ج يد ٢ مطلوب لأمثل نشاط ضد الكائنات الدقيقة ولنشاطها ضد كل من البكتيريا الموجبة لجرام وكذلك السالبة لجرام ولكنها أقل تأثيراً على جراثيم البكتيريا والفيروسات. وبعض أنواع حمض الكربوكسيليك نشطة ضد الخميرة والفطر. وكلا النوعين يتأثر بالوساخة العضوية وصعوبة المياه ومحاليلها ثابتة.

مشاكل السوائل المهدرة effluent problems

المطهرات المؤكسدة تكسر بسهولة جداً بواسطة الوساخة العضوية إلى منتجات غير مؤثرة. والهالوجينات تتكسر تبعاً لـ ج يد ولكن عموماً ينتج أيونات الهالوجينات. والمطهرات غير المؤكسدة تميل أن تتكسر بيولوجياً. والمنتجات الموجبة تمتز adsorb على المواد العضوية والبيجوانيدات لاتتلاءم مع الكيماويات القلوية وتكون راسباً.

المقارنة مع البخار

لايوجد مادة كيماوية مناسبة للإستخدام كمطهر فى مصنع أغذية يمكنها أن تتنافس مع البخار. وهو يعمل ضد البكتيريا والفطر والخميرة وجراثيم البكتيريا والفيروسات ولايتأثر بالوساخة أو صعوبة الماء ولاتوجد مشاكل تآكل أو ثبات وهو لايترك أى متبقيات. والعيب أنه لايمكن إستخدامه مع المواد

الحساسة للحرارة ويحتاج إلى عناية فى الإستخدام حتى لايضر الإنسان.

• النظرة الكلية general approach
يمكن أن تجمع النظرة الكلية للتنظيف فى ثلاث نقاط: التصحاح العام للمصنع والبيئة؛ تصحاح الأجهزة وتنظيفها؛ التمرين والمتابعة.

التصحاح العام للمصنع والبيئة
general factory & environmental hygiene

معالم التصميم design parameters: يجب أن يدخل فى التصميم أرضيات صحية وجدران وأسقف وتصفية وتهوية وتكييف الهواء. ووضع وإقامة الأجهزة والمواسير وكابلات الكهرباء يجب تصميمها مع كون النظافة هى الغرض. والأجهزة يجب أن تمنع إبتلال المنتج وخروج الغبار. كما يجب أن يشمل التصميم إمكان الوصول إلى ونشاط العمال مع وجود أماكن لغسيل الأيدى عند المداخل. كما يجب مراعاة أن الدخول والخروج لايسمح بدخول ماهو خطر على الصحة. ومع المنتجات التى هى معرضة أكثر يجب عمل مساحات حيث الدخول يكون خلال الغسيل وأماكن التعقيم. ويجب مراعاة أن الملابس والبرانيط والجزم وغيرها مع صحة العمال تراقب جيداً للتأكد من عدم وجود أى تلوث.

التنظيف والتصحاح البينى
environmental cleaning & sanitation

العملية والمنتج المعامل: يتوقف هذا إذا كانت العملية مبتلة أو جافة وعلى نوع المنتج وعلى عمر الرف للمكونات المختلفة. فللعمليات الجافة التنظيف بمنظفات الفراغ vacuum cleaner وللعمليات المبتلة يستخدم الغسيل للأسفل wash-down الروتينى وهذا يشمل غسيل الجدران بإنتظام والمصافى وسطوح الأجهزة الخارجية.

تنظيف الأجهزة والمواد: الأجهزة المتاحة لتحسين عملية التنظيف تشمل منظفات الفراغ ومنظفات الأرضية وفرش للأماكن الجافة وخراطيم وبخار وخلاطات مياه وأنظمة لزيادة الضغط وأجهزة للتنظيف بالرغوة للأماكن المبتلة.

الطريقة: قبل أى طريقة للتنظيف يجب إزالة الغذاء ومواد التعبئة ويجب مراعاة مصادر الكهرباء والموتورات وغيرها.

الطريقة اليدوية: يحضر محلول التنظيف على درجة الحرارة الملائمة وبالتركيز المطلوب ويستبدل المحلول كلما إتسخ. وقبل الغسيل بالفرش تغسل كل السطوح بماء نظيف وقبل أن تترك السطوح للجفاف فإنها تغسل بماء بارد وبعد ذلك تصحح المساحة sanitized بالرش بمحلول معقم ثم يسمح لها بالجفاف.

طرق الرغوة (٥ - ١٥ بار + مدخل الضغط): كل السطوح ترغى وتترك الرغوة لمدة ٥ - ١٠ ق ويغسل من أعلا لأسفل. وفى نفس الوقت تبنى الرغوة من أسفل لأعلا لتقليل تكسر الرغوة وزيادة وقت الإتصال على السطح. ثم تغسل كل السطوح بالماء ثم تصحح بالرش بمحلول معقم وتترك السطوح لتجف.

طريقة الضغط المزاد (١٥ - ٢٥ بار): يحقن محلول المنظف فى نظام الضغط المزاد ويرش على السطح ويعسل بماء نظيف بعد فترة زمن معقولة ويعقبها الرش بمحلول معقم.

منظف الأرض والإحتكاك: يزال أى بقايا وتنظف تنكات المنظف جيداً قبل وبعد الإستخدام ويوضع فى التنك مطهر وماء بالتركيز ودرجة الحرارة المطلوبين. ثم يرش بمحلول معقم ويترك للجفاف.

مرات التنظيف: المنتجات عالية الخطورة والمساحات المحيطة يجب تنظيفها كل ٢ ساعة. وكل مساحات معاملة الأغذية ومناولتها تنظف يومياً والأماكن التى لاتستخدم فى المعاملة والتخزين الجاف تنظف أسبوعياً.

الإحتياطات الإضافية: كل المُرَاقَات spoilages ووقف للعملية يجب التنظيف بعده مباشرة. وبعد وقف العملية يجب التنظيف والتعقيم قبل بدء العملية مرة أخرى. وأى هدم للجدران والأرضية والمبانى يجب إصلاحه فى الحال.

تنظيف أجهزة المعاملة وتصحاحها process equipment cleaning & sanitation: يستخدم الصلب غير القابل للصدأ نوع ٣٠٤ أو ٣١٦. ومعاملة المواد الجافة تتم لمدد طويلة ثم تنظف. وفى إختيار أجهزة العملية فإن عوامل الصحة التى يجب مراعاتها تشمل: مواد البناء وإنهاء السطح surface finish، الخلو من أى شقوق، التوزيع الكفء لأى محاليل تنظيف، سهولة التصفية، يوجد مسافات تحت الأجهزة بحيث يمكن تنظيف الأرضية، سهولة الوصول للتنظيف اليدوى والتفتيش.

تنظيف التنكات: يجرى عادة بالرش وداخل التنك يجب أن يكون ناعماً ويوجد فى التنكات مقلبات ومدخل للعمال ومكان للرؤية ومقياس للمحتويات وجيوب للترمومتر ومقياس للمستوى ومأخذ للعينات وملفات للتسخين وإتصال بمواسير وحماية الفراغ والضغط. وهذه يجب أن تكون خالية من أى شقوق وضمان أن محلول التنظيف سيصل بكفاية وأن السطوح ستصفى بحرية.

المواسير pipework: تنظف بإمرار محاليل الغسيل والتنظيف والتصحاح خلال المواسير والسرعة حوالى ١,٥ - ٢,٥ متر/ثانية للمواسير حتى ١٠٠مم فى القطر.

الطرق methods

التنظيف والتصحاح للأجهزة يمكن أن يجرى بعدة طرق بما فيها اليدوى والدائر والتنظيف فى المكان.

التنظيف اليدوى manual cleaning: هذه تشمل أجهزة العمليات الصغيرة ومصنع معاملة المنتجات ذات الخطر البكتريولوجى الأقل والمصانع غير الملاءمة للتنظيف فى المكان والمصانع المعقدة التى تحتاج إلى فكها لتنظيفها والمنتجات ذات القيمة المنخفضة و/أو العمليات

ذات العمل المكثف ومصانع المعاملة الجافة. وللتنظيف اليدوى يفك المصنع وينظف ويوضع في حوض نقع به معقم حتى يستأنف العمل بالمصنع. والأجهزة الكبيرة أو المعقدة تفتح وتفك وتنظف بالخرطوم أو بالضغط الزائد أو الرغاوى وتستخدم مادة معقمة.

التنظيف بالـــدوران circulation cleaning: تستخدم أجهزة المصنع لإعادة دوران محلول الشطف rinse والمعقم. وتنظف المصانع الصغيرة والمرشحات والمبسترات ومصانع اللبن بهذه الطريقة.

التمرين والمتابعة والتدقيق/المراجعة
training, monitoring & audits

التمرين: التمرين مهم للطرق وهي عرضة لشرح الطريقة ومتطلبات الطرق.

المتابعة: قسم مراقبة الجودة عادة يحضر طريقة لضبط بروجرام التصحاح. والمعمل يعمل التحاليل البكتريولوجية بطريقة منتظمة. والأجهزة يجب أن يؤخذ منها عينات للإختبار خاصة بعد كل عملية تنظيف. وإذا كان العد البكتريولوجي أعلا من المطلوب فإن التنظيف والتعقيم وأخذ العينات يجب أن يزاد حتى تصبح النتائج تحت المستوى المطلوب.

المراجعة auditing: توضع مراجعات audits لعمليات التصحاح كجزء من بروجرام الإدارة للجودة الكلية. وطريقة المراجعة audit إما أن يكون داخلياً أو خارجياً. وهي تعطي الفرصة لمراجعة الطرق والتقرير الناتج يستخدم لتحوير الطرق وتعريف التمرين وبيان التحسينات العامة التي يجب عملها.

• الأنظمة الحديثة modern systems

أغراض التنظيف في المكان (ن.م CIP)

الغرض الأول: هو إزالة المتبقيات من عملية الإنتاج أو الوساخة بدون فك جوهري لأجهزة المعاملة وعمل بيئة لها تُلَوِّث العملية التالية.

الغرض الثاني: عملية تنظيف للأجهزة إلى المقياس المطلوب في الزمن المتاح بإستخدام منظف بتركيز مناسب والذى يزيل بقايا العملية بدون تكسير أجهزة العملية وبكفاءة ودرجة حرارة مؤثرة بإستخدام عمل أمثل ميكانيكي يغطي بواسطة التنظيف في المكان (ن.م CIP) ومكوناته.

الزمـــن time: الإتاحة: إذا سمح لبقايا التلوث أن تجف على السطح فيجب تنظيفها جيداً. الدوام duration: عمليات الغسيل في ن.م CIP وإعادة دوران المنظف والتعقيم لها وقت أمثل.

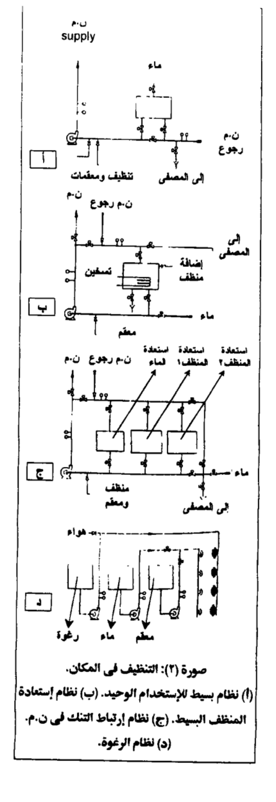
درجة الحرارة: ذوبان الوساخة في الماء والمنظف يمكن زيادتها برفع درجة الحرارة أثناء عملية التنظيف. وفي تحديد درجة حرارة التنظيف يجب مراعاة: مقاومة المنتج للمسخ بواسطة الحرارة، مقدرة المصنع والأجهزة على تحمل تغيير درجات الحرارة، محلول المنظف الأكثر كفاءة، وجود مصدر للحرارة وتكاليف الطاقة.

تركيز المطهر: طبيعة وكمية الوساخة ومواد البناء في المصنع والأجهزة تملي نوع المنظف بينما التركيز يحدده درجة الحرارة ووقت الإتصال والفعل الميكانيكي.

الفعل الميكانيكي: الفعل الميكانيكي عادة يعطيه نظام ن.م CIP فالمواسير المصممة للتنظيف المؤثر تتطلب محاليل بسرعة ١,٥ – ٢,٥ متر/ ثانية لكي تمر خلالها. والأوعية المصممة بتصحاح وأجهزة المعاملة تجهز بنظام رش لتوزيع المحاليل بكفاءة إلى السطوح المطلوب تنظيفها. وتكرار التنظيف يحدده مياه المعاملة الكفاة ومستوى الوساخة التي تتجمع أثناء المعاملة. فالمنتجات ذات الخطر الكبير تنظف على فترات قصيرة وذات الخطر المنخفض على فترات أطول.

أنواع التنظيف في المكان (ن.م CIP) (الصورة ٢)
نظام الإستخدام الواحد: أساس هذا النظام هو أجهزة تمكن إرتباطات إقتصادية من محاليل الغسيل. والنظافة بأن تحضر ويستخدم منظف جديد في كل مرة يعاد فيها التنظيف.

نظام الإستعادة recovery system: عدد من الأجهزة تشمل عدداً من التنكات لإستعادة المنظف والماء. والمساحة المطلوبة أكبر كثيراً وقوة محاليل التنظيف تضبط لتناسب دائرة التنظيف وأبسطها يمكن إجراؤه يدوياً.



صورة (٢): التنظيف في المكان.
(أ) نظام بسيط للإستخدام الوحيد. (ب) نظام إستعادة المنظف البسيط. (ج) نظام إرتباط التنك في ن.م. (د) نظام الرغوة.

نظــام الإرتبــاط combination: تجمــع مزايـــا الإستخدام الواحد والإستعادة وهذا يسمح بتخزين المنظفات المختلفة عند القوة الإقتصادية المثلى مع إمكان زيادة القوة.

أنظمة الرغوة والضغط foam & pressure: هناك مصدر مركزى للمـاء والمنظفـات والمعقـم ويسهل إستخدام الرش.

روتين التنظيف فى المكـان: يشمل الآتـى: قبـل الغسيل: وظيفتها إزالـة الوساخة الكبيرة أو المفككة أو التلـوث ويحضر السطح للغسيل بـالمنظف وهـذا ممـا يقلـل حمـل التنظيـف علـى المنظـف ولنـوع التنظيف فى المكـان المستفاد ينقـص مـن تجمـع التلوث والحمل مع الطينة فى تنك المنظف. وهـذا يزيد من عمر تنك التنظيف. وهو إما سـاخن أو بـارد أو مستعاد مـن تنظيفـات سـابقة ومحلـول الغسـيل يستغنى عنه ويصفى.

غسـيل المنظـف detergent wash: محـاليل المنظـف مـن التركيبـات والقـوة ودرجـة الحـرارة المطلوبة يعاد إستخدامها خلال المصنع. ولنظـام الإستخدام الواحـد فإن المحلـول يحضر كل مـرة ليناسب التطبيق، وفى نظام الإستعادة فإن محلـول المنظـف تكـون قوتـه بحيـث يقـابل أقصـى الإحتياجات وبعد إعادة إستخدامه إما يعاد لتنك الإسـتعادة أو يخـرج للمصفـى. وإذا لـزم عـدد مـن إعادة التدوير فكـل عملية يتبعها غسيل متوسط قد يكون ساخناً أو بارداً أو مستعاداً.

الغسيل المتوسـط intermediate rinse: بعـد إعادة التدوير فإن بقايـا التنظيـف تـزال بالغسيل. وهـذه يمكـن إعادتـها لتنـك إستعـــادة الغسـيل لإستخدامها كقبل الغسيـــل فـى عمليـات تنظيـف تالية.

غسيل الحمض acid wash: تشبه عملية المنظف ولكن بإستخدام منتـج مبنـى علـى الحمـض ويمكـن إسـتخدامها لإزالـة المنظـف المتبقـى منـه علـى السـطوح ولـنزع وإزالـة القشـور لتجعلـه غـير فعـال passivate على الصلـب غـير القـابل للصـدأ وإذا أستخدمت خلال كل التنظيفـات فإنـها يمكـن أن تستخدم على تركـيزات منخفضة. ويمكـن أن يكـون السطح على $جـ_{يد}$ ٤ – ٥ مما يقلـل إحتمـالات نمـو البكتيريا.

إعادة إستخدام المعقم sterilant recirculation: هـو مشـابه لإعـادة إسـتخدام المنظـف ويسـتخدم لتحقيـق المتطلـب البكـتريولوجى. ومـن المفضـل إستخدام معقم جديـد لمنـع أى تلـوث يتسبب عـن إستعادة المعقم مـن مصنـع يكـون لم يتـم غسـيله أو تنظيفه بالمنظف جيداً. ويتوقف على طبيعـة المعقـم الكيماوية فقد يتطلب الأمر غسيل نهائى لإزالـــة بقايا المعقـم والـذى يجـب أن يكـون مـن جـودة مناسبة، ومرشح إلى أقل مـن ٥ ميكرومـتر ومعـامل بمصـــدر أشـعة فـوق بنفسـجية إلـــــى ٣٠ ميكروموجات/سم^٢ m Ws cm^{-2} لمنع التلوث.

الأدوات instrumentation

المتطلبات الأساسية fundamental requirements: لنظام م.ن CIP الأساسي تتكون الأدوات المطلوبة من مبينات الضغط ودرجة الحرارة في المواسير وزجاجة رؤية ومبينات درجة الحرارة وتركيز المنظف في المواسير الراجعة.

المتطلبات النهائية definitive requirements: تتلخص في: ١- مبين الضغط وسجلات له. ٢- مبين درجة الحرارة وضبط درجة الحرارة . ٣- مقياس الإنسياب. ٤- مُحَوِل عودة الإنسياب. ٥- مبين درجة حرارة العودة. ٦- مبين قوة التكوين الكيماوي ومتابعته. ٧- مقياس إنسياب الإضافات الكيماوية.

الضبط control: الذى يجرى الضبط مطلوب منه ضبط ومتابعة تقرير عن عدد من المعالم منها: ١- تتابع الغسيل ومدته و التصفية وغسيل المنظف وغسيل الحمض والمعقم وإعادة إستخدامه. ٢- التكوينات الكيماوية وتركيزاتها. ٣- درجة حرارة الغسيل. ٤- الضغط اللازم للحصول على معدلات الإنسياب والرش. ٥- معدل الإنسياب خلال المواسير والرش. ٦- عملية المضخات والمقلبات والخلاطات وصمامات العملية.
والبيانات يمكن جمعها من درجة الحرارة والضغط والإنسياب والناقلات الكيماوية والحساسات على الصمامات والمضخات.

معلومات الإدارة
management information

إن التنظيف في المكان مهم بالنسبة للمنتج النهائي فإن الإدارة يجب أن تخطر لمعرفة إذا كان ن.م CIP قد تم بكفاءة. وتخطر إدارة الإنتاج بالأسباب إذا لم يتم ذلك وما هو الذى أُتخِذَ ومايجب إتخاذه.

مراجعة العمليات اليدوية
review of manual operations

المهم في العمليات اليدوية هو الجودة والمقدرة والضمير في الأشخاص المسئولين عن النظافة والإشراف والمتابعة. وطرق العملية يجب أن تكون كفأة وشديدة. وأثناء التنظيف فالأشخاص مطلوب منهم فعل ميكانيكي للتنظيف وأن المنظفات من النوع المضبوط وكذلك التركيز ودرجة الحرارة وأن يُسْمَح بالوقت الصحيح للإتصال. ويجب الإحتفاظ بالسجلات. (Macrae)

نعم

نعام	ostrich
النعامة الأفريقية	*Struthio camelus*
النعامة العربية	*Struthio camelus synacus*
	suborder Struthiones
الفصيلة/العائلة:	Struthionidae

طائر يعيش في الصحارى الأفريقية وله أجنحة ناقصة لايستطيع الطيران ولكنه يستطيع بفضل أقدامه الطويلة والقوية أن يجرى بسرعات حوالى ٥٠ كم/ساعة لمدة ٤/١ ساعة وأقصى سرعة هى ٧٠ كم/ساعة. وهو أكبر الطيور الموجودة فتبلغ ٣ متر

فى الإرتفاع وتزن ١٥٠ كجم والرأس و ٣/٢ العنق مغطاه بريش قصير تبدو عارية والجلد ملون تبعاً لتحت النوع. والبيض ١٢٧ - ١٠٣مم إلى ١٦٠ × ١٢٩,٥مم ويزن من ٧٧٥ - ١٦١٦جم وسمك القشرة ١,٩٧مم . وقد إندثرت النعامة العربية منذ ١٩٤١م. وهى تعيش فى السفناء/البطحاء وتأكل الأعشاب وتكمل غذاءها ببعض الفقريات واللافقريات.

ينتج البيض عند عمر ٢٤ شهراً وبيض النعام يؤكل وطعمه كطعم بيض الدجاج ويمكن حفظها على درجة حرارة باردة لمدة عام ولغليها جامدة يلزم ساعتين. وتفقس صغار النعام بعد ٤٢ يوم والفرخ الناتج وزنه ١كجم ثم تنمو ١سم كل يوم. والفقس يأخذ ساعات وأحياناً أياماً. وهو يعطى ٦٠ - ١٢٠ بيضة فى الموسم.

(أهرام ٩٨/٣/٢١ ، عادل الزكى، Grzimek's)

والنعام له قوة بصر وسمع جيدة وينام ويمد عنقه على الأرض مرة إلى ٤ مرات فى الليلة ولايتم ذلك إلا لمدة ١ - ١٦ق. والنعام يجرى مختفياً ويقف فجأة ويقعد على الأرض ويمد عنقه وربما كان ذلك أساس أن النعام يدفس رأسه فى الرمال حتى لايُرَى.

وهو يصاد ويستخدم الريش والجلد لتصنيع كثير من الأدوات. ويؤكل اللحم ويجفف فى شرائط ٢,٥ × ٥ سم ثم يملح ويتبل بالفلفل ثم يعلق ليجف فى تيار هواء بعيداً عن الذباب وفى مكان ظليل وربما دُخِن وقد يعامل بماج جاف (٤٥٠ جم ملح، ٤/١ كوب سكر (٥٠جم) وملعقتين شوربة (٢٥جم) نترات صوديوم) ثم يحك بالتوابل مع الخل.

ولحم النعام من نوع اللحوم الحمراء ويشبه فى طعمه اللحم البقرى وهو سهل الهضم والطبخ ويحتوى دهوناً قليلة وكوليسترول قليل وبه نسبة عالية من الحديد ولاينقل الأمراض المشتركة مع الإنسان. ويذبح عند عمر ٩ - ١٤ شهر تبعاً للمكان ويكون وزنه ٩٠ - ١٠٠ كجم ويعطى نسبة تصافى ٥٠٪ ويعطى ٣٠ - ٤٠كجم لحم مشفى. وزيت النعام من الزيوت النادرة ويستخدم طبياً وتستخدم الدهون لتحضير المراهم الجلدية المختلفة وأدوات التجميل. (أهرام ٩٨/٥/٩)

ونسبة الرطوبة ٧٩,٥٪ والبروتين ١٢ والدهن ١١٪. ويصلح علف الدواجن للنعام مع ملاحظة ألا يقل البروتين عن ١٨٪ والعليقة الخضراء هى نفس عليقة الدواجن. (عادل الزكى)

الأسماء: بالفرنسية autriche، وبالألمانية der Strauss، وبالإيطالية struzzo، وبالأسبانية auertruz. (Stobart)

الأنعام

الأنعام هى الإبل والبقر والغنم. (القرطبى)

نعنع

نعناع/نعنع/نعنع — mint

الفصيلة/العائلة: الشفوية — Labiatae Lamiaceae

النباتات التى تعطى زيوت عطرية غنية فى مركبات المنثان menthane كثيراً ماتوجد فى فصيلة/عائلة Labiatae (أو Lamiaceae) وتعرف عامة باسم عائلة النعناع mint family والتى تكون

أعشاب النعناع التجارية هي أنواع تنتمي للجنس *Mentha*.

ونباتات *Mentha* عادة أعشاب معمرة توجد في الأماكن الرطبة مع ريزومات زاحفة وسيقان أزهار مستقيمة صاعدة حتى ١٥ سم في الإرتفاع. والأزهار البيضاء أو الوردية أو الليلاك lilac مرتبة في دوارات verticillasters عديدة وكثيفة وهي في بعض الحالات تكون نورة تشبه السنبلة (أو رأس نهائية). والجنس معقد تاكسينيا وتحديد نبات واحد كثيراً مايكون صعباً جداً حيث أنه بجانب وجود تشابه في الشكل فإن معظم الأنواع تستطيع التهجين مع بعضها البعض. وبجانب الإختلاف في الشكل فهناك إختلافات كثيرة في التكوين الكيماوى للزيوت العطرية في النوع الواحد ولذا فبالرغم من أن هناك ٢٥ نوعاً تقريباً وعدداً قليلاً من الهجين فإن أكثر من ١٠٠٠ إسم أعطيت للأشكال و/أو الكيماويات المختلفة لنباتات النعناع ومنها الآتي:

النعنع السنبلى spearmint

تحت الإسم العام "vernacular النعناع السنبلي spearmint" فهناك أنواع وهجائن مختلفة من جنس الـ *Mentha* تعطى زيوتاً طيارة غنية في الكارفون ومنها نوعان: الطبيعي والاسكوتيش Scottish. والطبيعي native يحصل عليه من *M. spicata* L. أو من الهجين المعقد *M. x villoso-nervata* Opiz بينما (L. x spicata ((M. longifolia (L.)) زيت النعنع السكوتيش ينتج من هجين *M. x gentilis* L. nm *cardiaca* Gray (*M. arvensis* L. x *spicata*).

ونباتات النعنع السنبلي أعشاب حدائق وكثيراً ماتستخدم في تنكيه الخضر والشوربة وأطباق اللحم والسمك والسلطات. وزيت النعناع السنبلي تتميز بكثرة الكارفون وثنائى أيدروكارفون dihydrocarvone ومايتصل بهما من كحولات واسترات تستخدم أساساً في تنكيه العلاك chewing gum ومعجون الأسنان وغيرها. وتنتج تقريباً ٠,٦٪ زيت نعناعي.

النعنع البستانى/الفلفلى peppermint

Mentha x piperita L. هو الهجين المعقم لأنواع *M. aquatica* L و *M. spicata* وهو ربما كان أهم عشب تجارى في العالم الآن. وأوراق النعنع البستاني عادة تحت زغبية subglabrous بيضية رمحية أو رمحية منشارية مع قمة حادة مع قواعد اسفينية إلى تحت قلبية الشكل cuneate to subcordate bases. وهي معنقة وعادة لونها أخضر غامق ولها رائحة مميزة حلوة ومذاق عطرى دافىء وحاد مع خُلْفَه مبردة. وزيوت *M. piperita* الطيارة للنباتات المزروعة تتميز بكثرة الميثون methone والأيزوميثون (مشابه الميثون) ونظائر مختلفة isomers للمنثول. وهو يستخدم في تنكيه العلاك وحلويات السكر والجيلاتي والعقبة والأشياء المخبوزة والطباق والمشروبات الكحولية وكثيراً مايستخدم في تنكيه التحضيرات الدوائية والشفهية والمشروبات والليكير والأنبذة الدوائية.

وتنتج ۰.۳ – ۰,۷ ٪ وزن/وزن زيت نعناعي قوى ومبرد وبه منثول وميثون وخلات المنثيل.

نعنع حقلى corn mint

تنتج Mentha arvensis var. piperascens Malinv. زيوت طيارة بها حتى ۸۰٪ منثول وهي تميز بأزهار دوارة verticillasters بعيدة جالسة وهي لها نباتات تشبه الأوراق والنورة ليفية عند القمة. والأوراق شعرية عادة أهليلجية رمحية ومسننة بضحالة وتضيق إلى عنق الورقة عند القاعدة وعادة قمة غير حادة blunt. والنعناع الحقلي وقد يعرف باسم النعناع البستاني اليابانى أو الصينى أو البرازيلى يمتاز بأنه مصدر للـ ل-منتول -L menthol ويحصل عليه بالتبلر التجميدى.

وتختلف نسبة الزيت من ۰,٥ – ۱,۰ إلى ۱,٥ – ۳,٥٪ ذو رائحة نعناعية.

نعنع يوليو pennyroyal

أوراق وأزهار الـ Mentha pulegium L. تستخدم فى الشاى وفى تنكيه الأغذية (الشوربة والمحشى). ونورته تتكون من أزهار دوارة verticillasters بعيدة والتى يقابلها subtended قنابات تشبه الورق ولكنها غير ورقية عند القمة. وهو يختلف عن أنواع النعناع الأخرى بوجود كاس له أسنان غير متساوية وحلق throat شعرى بينما أنبوبة التويج منتفخة القاعدة أسفل من ذلك. وهو يتميز بمحتوى مرتفع من البوليجون pulegone ويستخدم فى إعطاء رائحة لمنتجات التجميل.

ويحضر من النعناع:

النعناع الصلب hard mint: وتركيبته العامة هى ۱۲ جزء سكرور، ۳ أجزاء شراب درة، ٥ أجزاء ماء ونعنع بستانى ولون أزرق ملكى.

ويغلى السكر وشراب الذرة والماء حتى ۱٥۰ °م ثم يضاف آثار من لون أزرق ملكى لمعادلة أى تلون أصفر. ثم يصب المخلوط على مصطبة مزيتة ويبرد قبل أن يعجن مع زيت النعنع البستانى وبعد التبريد "يشد" الشراب حتى يصبح أبيضاً وساتانية satiny ويدخل الهواء أثناء الشد فيعطى لوناً أبيضاً معتماً ثم يقطع النعناع الى الأشكال المطلوبة.

نعناع الكريمة cream mints: وينتج النعناع الكريمة بطريقة مماثلة فيما عدا أن التركيبة تحتوى شراب ذرة أقل (۲ جزء) و۰,۷٥ جزء من سكر مسحوق icing. وعندما يعجن هذا الشراب مع زيت النعنع البستانى يضاف مسحوق السكر وعلى ذلك يحتفظ هذا النعناع بالحبة الطرية عندما تبرد.

النعنع المضيغ chewy mints: وله التركيبة ۱۰ جزء سكروز، ۲ جزء ماء، ۱۰ جزء شراب سكر، ٤ جزء سكر محول و ۱ جزء زيت نباتى مهدرج. ويطبخ السكروز والشراب والماء حتى يغلى المحلول ثم يضاف ۱ جزء من زيت نباتى مهدرج درجة إنصهاره من ۳۳ – ۳۷°م ويستكمل الطبخ حتى تصل درجة الحرارة إلى ۱۲۳ °م. ثم يصب الخليط على مصطبة مزيتة ويعجن مع زيت النعناع البستانى قبل أن يشد ويقطع إلى الأشكال المطلوبة. (Macrae)

نفح

إنْفَحَة/مِنْفَحَة (ج) أنافح rennet

الرينيت هو المستخلص الخام للبروتياز رينين. وكلمة رينيت أستخدمت أصلاً لوصف محضرات الإنزيم المسبب لتجلط اللبن من معدة العجل وهو يحتوى الإنزيم الهاضم المنشط المسمى كيموسين (رينين). وهو الآن يطلق على كل الإنزيمات المسببة لتجلط اللبن بما فيها: ١- الكيموسين chymosin. ٢- بسين البقر bovine pepsin. ٣- بسين الخنزير porcine pepsin. ٤- بسين الدجاج chicken pepsin. ٥- بروتياز *Mucor miehei*. ٦- بروتياز *Mucor pusillus*. ٧- بروتياز *Chryphonectria parasitica* سابقاً *Endothia parasitica*. ٨- كيموسين منتج بالتخمر. ٩- خليط من ١ مع ٢ أو ٣.

وفعل الرينيت أثناء عمل الجبن هو تحويل اللبن إلى جبن وحوالى (<١٠٪) من الرينيت المستخدم فى عمل الجبن يحتفظ به فى الجبن. وكمية الرينيت المحتفظ بها تتوقف على جـhـ اللبن عند العقد ونوع الكمية المستخدمة وقدرته على البقاء بعد المعاملة بدرجة الحرارة المستخدمة فى عمل الجبن. والإحتفاظ بالكيموسين وببسين البقر أو ببسين الخنزير فى الجبن يزيد مع إنخفاض جـhـ اللبن عند إضافة الرينيت (العقد). ومع ذلك فإن الإحتفاظ ببروتيازات من *M. miehei*، *M. pusillus*، *C. parasitica* مستقل عن جـhـ العقد.

وهناك عدة أنواع من الرينيت متاحة لمصانع الجبن فى التجارة:

١- الرينيت العادى standard rennet: وهو الذى يحضر من بعض العجول الصغيرة المغذاة باللبن ويستخرج الإنزيم كيموسين من المعدة الرابعة بالنقع فى محلول ١٠٪ كلوريد صوديوم.

٢- ٥٠/٥٠ رينيت ويحتوى على نسبة من ببسين البقر أو الخنزير وكيموسين العجل النقى.

٣- الرينيت من كائنات دقيقة وتنتج من فطر *Mucor miehei* أو *M. pusillus* والبكتيريا *Chryphonectria parasitica* و *Bacillus subtilis* وهذا الرينيت يصلح للنباتين.

٤- رينيت نباتى ولايستخدم كثيراً وإن كان يستخدم فى البرتغال فيستخدم برتياز من جنس *Cyncara* لإنتاج جبن السيرا Serra cheese.

٥- كيموسين محضر بالهندسة الوراثية وينتج عن طريق كائنات مثل *Kluyveromyces marxianus* var. *lactis* وتنتج كيموسين مشابه تماماً لرينيت العجل.

ويخفف الرينيت ٥ - ٦ مرات مع ماء شرب بارد قبل إضافته للبن مباشرة وهذا يضمن توزيع متعادل للرينيت فى اللبن عندما يسمح بحوالى ٣ - ٥ق للتقليب. وربما لايلتفت إلى أن الرينيت يهدم بواسطة الكلور فى الماء المستخدم فى التخفيف ويجب عدم ترك الرينيت المخفف لمدد طويلة.

الأسماء: بالفرنسية caillette/présure، وبالألمانية Rennette، وبالإيطالية presame/calgio، وبالأسبانية cuajo. (Stobart)

أنظر: معدة، بادىء، جبن

نفس

معامل التنفس respiratory quotient

معامل التنفس (ع.ن RQ) هو نسبة ثاني أكسيد الكربون الناتج إلى الأكسجين المستهلك. والطاقة المكافئة لثاني أكسيد الكربون بعكس تلك الخاصة بالأكسجين تختلف جوهرياً مع مخلوط المواد المؤكسدة. وقيمة ع.ن RQ يمكن أن تتراوح مابين ٠.٧ إذا كان الدهن هو مصدر كل الطاقة إلى ١،٠ إذا كانت الطاقة آتية من الكربوايدرات. وفي الواقع فإن قيم ع.ن RQ خارج ٠،٨ - ٠،٩ نادرة وللأشخاص القريبين من توازن الطاقة يمكن أن تعرف ع.ن RQ بثقة أكبر عند معرفة تكوين غذاء الشخص. (Macrae)

تحليل الخطر ونقط المراقبة الحرجة (ح.خ.ن.ر.ح) Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP)

أولاً: خلفية background

أ- أمان الأغذية موضع إهتمام منذ العصور الوسطى وقد تم أخذ مقاييس لمنع بيع الأغذية المغشوشة أو الملوثة. وقد إهتمت المنظمات القومية والدولية بتنفيذ قوانين وقواعد للحصول على جودة وأمان الأغذية.

ب- تطور ح.خ.ن.ر.ح
the development of HACCP
طُبقَت أسس ح.خ.ن.ر.ح HACCP في الصناعات الكيماوية منذ أكثر من ٤٠ سنة في بريطانيا ولكنها طُوِعَت في الولايات المتحدة لضمان غذاء رجال الفضاء ومنذ ذلك الحين أصبحت طريقة معترفاً بها ومقبولة لضمان أمان الغذاء، وإعترفت بها هيئة الصحة العالمية (هـ.ص.ع WHO). ومن أهم نقاط تاريخ نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP عندما تبنتها هـ.غ.ز/هـ.ص.ع لجنة مخطوطة الأغذية FAO/WHO Codex Alemantarius Commission وطالبت بإستخدامه في التجارة العالمية. وفي الولايات المتحدة قامت إدارة الأمان والصحة المهنية U.S Occupational Safety & Health Administration بتقديم تقنية ح.خ.ن.ر.ح HACCP لتقليل الحوادث (هـ.غ.ز FAO هيئة الأغذية والزراعة Food and Agriculture Organization).

ج- فوائد ح.خ.ن.ر.ح the benefits of HACCP
تتكبد صناعة الأغذية أموالاً كثيرة سنوياً خلال الهدر وإعادة المعاملة والإستدعاء recalls ومايتبعه من فقد في البيع بسبب نقص أنظمة أمان الغذاء. ومن المعترف به عالمياً أن أكثر الأنظمة كفاءة في خفض تكاليف أمان الغذاء هو تطبيق تقنية ح.خ.ن.ر.ح HACCP. وهذا نظام متمم تماماً ويضيف عناصر أمان أساسية إلى أنظمة المعاملة الموجودة مثل ممارسة التصنيع الجيد Good Manufacturing Practice ومقاييس منظمة المقاييس العالمية (ن.ق.ع ٩٠٠٠ ISO 9000 International Standards Organization. وفوائد ح.خ.ن.ر.ح HACCP ملخصة في الجدول (١).

جدول (١). فوائد نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP.

- يضمن أمان منتجات الأغذية خلال إجراءات مانعة عِوَضاً عن خلال الفحص النهائى والإختيار.
- يستطيع تحديد كل الأخطار الكامنة.
- سهولة إدخال تحسينات تقنية فى تصميم الأجهزة وطرق المعاملة المتصلة بمنتجات الأغذية.
- يوجه الموارد إلى الجزء الأكثر حرجاً فى نظام معاملة-الغذاء.
- يشجع الثقة فى منتجات الأغذية بتحسين العلاقة بين الهيئات المنظمة ومعاملى الأغذية والمستهلك.
- يعزز التحسين المستمر للنظام خلال التدقيق المنظم regular audits.
- يركز على وسائل الأمان فى السلسلة جميعها من المواد الخام إلى الإستهلاك.
- يكمل نظام إدارة الجودة (مثل منظمة المقاييس العالمية (ن.ق.ع ٩٠٠٠)) International Standards Organization (ISO 9000)

ثانيا: المصطلحات/التعريفات

المصطلحات الآتية مهمة فى ح.خ.ن.ر.ح HACCP

خطر hazard: خاصية بيولوجية أو كيماوية أو فيزيقية أو أى خاصية أخرى فى منتج غذائى والتى لها القوة الكامنة لضرر المستهلك أو تسبب مرضه. ويمكنها أن تكون فى المكونات أو فى أى طور من أطوار حياة المنتج. وبذا فهذا المصطلح يمكن أن يطلق على مادة غريبة و/أو متبقيات كيماوية و/أو تلوث من كائنات دقيقة.

تحليل الخطر hazard analysis: تحديد/تعيين هوية identification بيولوجية أو كيماوية أو فيزيقية و/أو خطر يرتبط بالمكونات وبممارسات الإنتاج والمعاملة والتخزين والتوزيع والبيع بالقطاعى والإستعمال.

مكون حساس sensitive ingredient: مكون عرف سابق إرتباطه بخطر والذى يوجد قلق من حوله.

نقطة مراقبة control point: خطوة عملية فى عملية تصنيع وتوزيع والتى يمكن أن تُضْبَط حتى يُحَافَظْ على الجودة وتقابل متطلبات النظام.

نقطة مراقبة حرجة (ن.ر.ح CCP) critical control point: خطوة عامة فى عملية تصنيع ينتج عنها ضرر أو خطر للمستهلك إن لم تضبط. وعند نقط المراقبة الحرجة يُجْرَى ضبط الإجراءات لحذف أو تقليل إلى أقل حد ممكن أى شكل للخطر.

حد حرج critical limit: حد أو أكثر لتسامح مفترض والذى يجب تحقيقه لضمان أن ن.ر.ح CCP تضبط خطراً (محققاً) على الصحة بكفاءة.

تحليل الخطر ونقط المراقبة الحرجة (ح.خ.ن.ر.ح HACCP) hazard analysis & critical control point طريقة علمية عقلية تصنيفية لتحديد وتقدير وضبط الأخطار أثناء إنتاج ومعاملة وتصنيع وتحضير وإستخدام الغذاء لضمان أن يكون ماموناً عند إستهلاكه. ونظام ح.خ.ن.ر.ح

يوفر طريقة مانعة وبالتالى طريقة فعالة التكاليف لأمان الغذاء.

خطة ح.خ.ن.ر.ح HACCP plan: وثيقة تضع الطرق على أساس ح.خ.ن.ر.ح HACCP لكى تُتَّبَعْ لضمان أمان الغذاء.

نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP system: التركيب التنظيمى والطرق والموارد التى يُحْتَاج إليها لتُحَقِق خطة ح.خ.ن.ر.ح HACCP.

الإثبات validation: إستعراض لخطة ح.خ.ن.ر.ح HACCP لضمان أن كل العناصر فى الخطة صحيحة ودقيقة.

إثبات صحة verification: إستخدام الأنظمة والطرق و/أو الإختبارات لضمان أن إحتياجات نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP تم الوفاء بها.

خطر ضد مجازفة hazard vs risk: هذان ليسا نفس الشيء. فالمجازفة هى إحتمال حدوث الخطر فى المستقبل بينما الخطر هو سبب الضرر. والمجازفة يمكن أن تقلل إلى أقل حد ممكن بضبط مناسب وكافٍ للخطر. والقسوة ترتبط بمستوى الخطر. وقد تكون مُهَدِدَة للحياة فى بعض الأحيان. والخطر قد يكون قاسياً فى منتج ما ولكن متوسطاً فى منتج آخر.

ن.ق.ع ٩٠٠٠ ISO 9000: المقياس الشامل الذى يخصص أقل إحتياجات لكى يتم الوفاء بها بواسطة المنظمات من أجل مقابلة إحتياجات المستهلك. وهى لاتُوَجه على وجه الخصوص مسألة أمان الغذاء ولكنها تُوَجه الإحتياج لتحديد وتُذْعِن لإحتياجات النظام التى يمكن تطبيقها على المنتج و/أو العملية. وتنفيذ إحتياجات النظام هى محاولة لحماية المستهلك من منتجات أغذية ضارة. ن.ق.ع ٩٠٠٠ ISO 9000 وتقنيات ح.خ.ن.ر.ح HACCP يَتَتَمَان. ونظام إدارة الجودة لايضمن أمان الغذاء إلا إذا حُدِدَ الخطر وضُبِطَ. وعلى ذلك فتقنيات ح.خ.ن.ر.ح HACCP يجب إستخدامها كوسيلة لدعم نظام إدارة الجودة ن.ق.ع ٩٠٠٠ ISO 9000.

ممارسات التصنيع الجيد (م.ص.ج GMP) Good Manufacturing Practices: مُطَبَقَة على معاملة الغذاء هى شفرة ممارسة لضبط وجعل العملية فى أمثل مايمكن والتى تتعرف على إحتياج نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP لإنتاج أغذية آمنة وفعالة من حيث التكاليف. ومن أجل مقابلة إحتياجات م.ص.ج GMP فالهيئات المُنَظِمَة تُوَفِر خطوطاً دليلة مُعَرَفَة جيداً لعمليات معاملة الغذاء.

إدارة الجودة الكلية (إ.ج.ك TQM) Total Quality Management: فلسفة الإدارة التى تطلب التحسين المستمر فى جودة إنجاز كل العمليات والمنتجات والخدمات فى منظمة ما.

ثالثاً: خطوات فى بروجرام ح.خ.ن.ر.ح
steps in the HACCP program

دراسة ح.خ.ن.ر.ح HACCP تبتدىء بإختيار فريق يتكون من أعضاء يأتون من مختلف الأنظمة disciplines فى عملية معاملة الغذاء. ونجاح بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يتوقف على تكوين الفريق. والجدول (٢) يبين مسئوليات مختلف أعضاء الفريق. ويستحسن إجراء دراسة ح.خ.ن.ر.ح HACCP لكل منتج جديد فى كل مصنع. والصورة (١) تبين خطوات تنفيذ بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP. وتحليل الخطر يفحص بدقة جودة كل المكونات وخطوات المعاملة والمنتج نفسه. ون.ر.ح CCPs يمكن تحديدها بتحليل الأخطار فى كل خطوة معاملة. وخطة ح.خ.ن.ر.ح HACCP تدار بالمراقبة المنتظمة وبإستعادة النظام خلال إنجاز نشاطات مصححة عند الضرورة.

جدول (٢): مسئوليات أعضاء فريق ح.خ.ن.ر.ح.

عضو الفريق	المسئولية
قائد المشروع	يدعو إلى الإجتماع ويرأسه. يضمن أن أسس ح.خ.ن.ر.ح تطبق بصحة.
مدير الإنتاج	يعمل خرائط الإنسياب ويعطى النصح عن مسائل الإنتاج وقدرة العملية.
خبير تقنى	ينصح عن المسائل التقنية. يحدد الأخطار ويوصى بحلول.
مهندس	يوفر معلومات عن أداء الأجهزة والمكن. يعطى توصيات عن المكن الجديد والأجهزة أو العمليات التى قد يحتاج إليها.
الغير (كما يُتطلّب)	يوفر معلومات عن مناطق متخصصة.
سكرتيرة	تسجل محاضر الجلسات.

الخطوة	الوصف
إختيار الفريق	يحدد الفريق المسئول عن إنجاز بروجرام ح.خ.ن.ر.ح.
⇩	
المنتج	يصف المنتج والإستخدام المنتظر.
⇩	
إنسياب الرسم البيانى	يظهر دخول المواد الخام، وخطوات المعاملة والتعبئة والتخزين والتوزيع والإستخدام النهائى.
⇩	
تحليل الخطر	تحليل المجازفة.
⇩	
تحديد ن.ر.ح CCPs	يحدد الحدود الحرجة عند كل ن.ر.ح، مثلا درجة الحرارة/الزمن.
⇩	
المراقبة	خطة أخذ العينات وطرق الإختبار ومحك أخذ القرار ومسئوليات الملاك/مجموع الموظفين personnel والتوثيق والنشاط المصحح.
⇩	
الإثبات verify	يراجع أنظمة الطرق الموجودة حالياً current وأنظمة ن.ر.ح وأنظمة المراقبة.

صورة (١): إنجاز بروجرام ح.خ.ن.ر.ح.

(أ) أنواع الأخطار types of hazards
تنقسم الأخطار في معاملة الأغذية إلى ثلاثة أنواع بيولوجية وكيماوية وفيزيقية.

١- الأخطار البيولوجية biological hazards
الأخطار البيولوجية ترتبط بالكائنات الدقيقة التي تسبب عدوى محمولة من غذاء food-borne infection وتَمَل intoxication. وبروجرام أمان أغذية مناسب يجب أن يأخذ في الإعتبار كل أخطار الأمان الممكنة الملازمة لمناولة الأغذية.

٢- أخطار كيماوية chemical hazards
تستخدم الكيماويات في منتجات الأغذية مثل مبيدات الآفات أثناء طور النمو أو كمضافات أغذية أثناء أطوار التركيب/التصنيع formulation والمعاملة. وأنواع ومستوى تركيز الكيماويات مهم لأمان الأغذية. وبعض أمثلة الكيماويات الخطرة: المعادن الثقيلة مثل الرصاص والقصدير والكدميوم والنحاس والزئبق؛ ومضافات الأغذية مثل مواد حافظة/عطان معينة وملوثات ومهيئات conditioners وغيرها مثل المذيبات وعوامل الترويق والطلاء والملصقات.

٣- أخطار فيزيقية physical hazards
تتسبب الأخطار الفيزيقية عن المواد الغريبة التي يمكن أن تدخل منتج الغذاء في أي طور من المعاملة للمواد الخام إلى إستهلاك المنتج النهائي. والمادة الغريبة يمكن أن تكون مرئية بالعين المجردة أو قد تكون مذابة أو مشتتة في المنتج الغذائي. والشكل الفيزيقي للمادة الغريبة يمكن أن يختلف من مسحوق إلى مادة ذات جسيمات تبعاً لنوعها ومصدرها. وإكتشاف المادة الغريبة في المنتج الغذائي ليس سهلاً بسبب التنوع والوجود غير المتكرر. وبعض أنواع المواد الغريبة المرتبطة بالأخطار الفيزيقية في الغذاء هي: الحشرات والعناكب والدود ... الخ (وهذه الكائنات قد لاتكون خطرة في نفسها ولكنها قد تحمل كائنات دقيقة ممرضة) وأجزاء من حيوانات وطيور ومعادن وأجزاء من مكن وقطع زجاج ومواد لدائن ورمل وأحجار وتراب ونهايات سجائر وشرائط لدائن.

(ب) مصادر الأخطار sources of hazards
تلوث الأغذية يمكن أن يحدث تحت ظروف مختلفة. والعلم المسبق للأخطار الممكنة ومصادرها يمكن أن ينفع في مراقبة وضبط هذه الأخطار. والأخطار يمكن أن تأتي من خمسة مصادر رئيسية: المواد الخام أو خطوات المعاملة والمكن ومناولة الأغذية أو المكونات وظروف البيئة.

١- المواد الخام raw materials
المواد الخام مصدر رئيسي للتلوث وعدم إتباع الطرق الرئيسية لتأكيد الجودة على المواد الخام قد يؤدي إلى منتجات غذائية غير آمنة للإستهلاك. وطرق تأكيد الجودة المعتادة التي تُجْرَى على المواد الغذائية تتعلق بـ: المماثلة identification والروشمة، وظروف التخزين، ومتطلبات المناولة،

والتحضير، والمعاملة، وعزل المواد الخام غير المناسبة.

والمواد الخام – التى على أكبر إحتمال – تسبب أخطار كائنات دقيقة هى اللحوم والفراخ والسمك ومنتجات الألبان. ومستوى التلوث بالكائنات الدقيقة يعتمد على: المصدر، وعملية التكرير والمناولة، ومواد التعبئة، وظروف التخزين.

وتقنية ح.خ.ن.ر.ح HACCP إرتبطت بقرب من حماية المستهلك من أخطار الكائنات الدقيقة. وقد عِيبَ هذا على أساس أخطار الكائنات الدقيقة إنما تمثل نوعاً واحداً من الأخطار.

والمواد الخام قد تحمل آثاراً من الكيماويات والمواد الغريبة. والمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزرنيخ والزئبق والقصدير والكدميوم يُعْتَقَدْ أنها خطر عظيم على الصحة. وهى توجد فى الخضر النامية فى أراضٍ ملوثة. كذلك مواد التعبئة مثل كبسولات الرصاص فى زجاجات النبيذ واللحام من القفل الجانبى فى العلب مصادر ممكنة للتلوث. واللاصقات والمغطيات والراتنجات المستخدمة فى العبوات قد تكون سبباً فى أخطار صحية مالم تُتَّبَعْ متطلبات الصحة والأمان.

وقد تتلوث منتجات الأغذية بكيماويات التنظيف أو المديبات أو المُشحِمَات وكذلك الزجاجات القذرة أو غير مكتملة الغسيل. وإستخدام كميات زائدة من كب أ، المستخدم فى عملية التعقيم قبل ملء الزجاجات قد ينتج عنها مستويات عالية لثانى أكسيد الكبريت فى المنتج الغذائى (مثل النبيذ). والمواد الحافظة/عطان والمواد الملونة والنكهات والمهيئات تضاف فى معاملة الأغذية وأى إفراط فى إستخدامها يمكن أن يكون ضاراً. ويلاحظ أن مضافات الأغذية تسمح قواعد الأغذية فى كل دولة بمستويات معينة فى كل غذاء. والفواكه والخضر التى ترش بمبيدات الآفات يمكن أن تحتفظ بمستويات عالية منها مالم يلاحظ التطبيق بعناية. وقد يوجد أشياء غريبة مثل الأحجار وأجزاء الحشرات فى الخضر والفاكهة. وأى بيئة عمل غير صحية يمكن أن تعزز التلوث بطُعْم القوارض ومبيدات الحشرات والحشرات نفسها ... الخ.

٢- خطوات المعاملة processing steps

عمليات المعاملة غير المنضبطة يمكن أن تؤدى إلى مواقف خطرة. فعدم المحافظة على ظروف المعاملة مثل درجة الحرارة/الزمن والتأخر فى المعاملة وإستخدام صيغ غير صحيحة وكذلك طرق غير صحيحة وإتباع تقنيات معاملة غير مرخص بها كل هذا قد ينتج منه تلوث و/أو نمو كائنات دقيقة. والترمومترات الزئبقية فى منطقة المعاملة يمكن أن تكون خطراً كامناً. ومعظم المصانع تمنع إستخدام هذه الترمومترات فيها.

٣- الآليات machinery

الأجهزة غير النظيفة وغير الصحية يمكن بسهولة أن تشجع نمو الكائنات الدقيقة أو أية أخطار أخرى وعدم المحافظة على تعقيم الأجهزة عندما يكون ذلك متطلباً ينتج عنه تلوث كائنات دقيقة. ويجب تركيب الأجهزة بطريقة مناسبة، والزجاجات يمكن أن تتكسر عند الملء أو وضع الكبسولات. والحاويات غير المصنعة جيداً يمكن أن تلوث

الغذاء بمادة الحاوية. وأجزاء معادن من الشبكات أو أجزاء معدنية من الصواميل والأقفال & nuts bolts يمكن أن تختلط بسهولة مع المنتج الغذائى إذا لم تصان الأجهزة بانتظام، فصيانة الأجهزة مهمة فى بروجرام أمان. وإذا إهملت متطلبات الأمان فإن وضع الأجهزة والآلات يمكن أن يكون خطراً كامناً. فالآلات يجب أن تختبر على فترات تضمن أمان العملية. وأى تغيير هندسى يجب أن يكون بحيث لايكون خطراً.

٤- مناولة الأغذية handling of foods

مع الآلات السريعة جداً وعالية الآلية كميات كبيرة من منتجات الغذاء تعامل وتخزن وتنقل للتوزيع والبيع. وعلى ذلك فأمان الغذاء يتوقف على خصائص المعاملة وكذلك على المعاملة أثناء النقل والتخزين وإستخدام المستهلك. والأخطار قد تنتج نظراً لعدم ضبط درجة الحرارة جيداً أثناء التخزين والنقل والبيع بالقطاعى والتخزين فى المنزل. والمنتجات من الطعام المبردة أو المجمدة ومكونات الوجبات تحفظ بالتبريد الصناعى، وعلى ذلك فإن أخطاراً يمكن أن تظهر إذا خرجت هذه المنتجات على درجة حرارة أعلا مما هو مفروض أو أستخدمت بعد عمر الرف الموصى به. وكذلك عدم دوران المخزون من المنتجات المؤرخة يمكن أن يكون معناها أن بعض المنتجات قد تصل للمستهلك بعد تاريخ إنتهاء صلاحيتها. كما أن عدم الإستخدام الجيد بواسطة المستهلك ممكن فى غياب تعليمات واضحة للتخزين أو التحضير. ونقص المعلومات عن مناولة وطبخ وتخزين الأغذية يزيد من الخطر.

والصحة الشخصية فى منتهى الأهمية فى أى مؤسسة تُقدِم الغذاء، وعلى ذلك فإذا لم تتخذ الوقاية الكافية فإن مناولى الأغذية يمكن أن ينقلوا البكتيريا الممرضة. والأشياء الشخصية مثل المجوهرات يمكن أن تختلط بالأغذية أثناء التحضير.

٥- ظروف البيئة environmental conditions

الأخطار الناجمة عن الظروف البيئية قد تؤثر على المواد الخام والمعاملة والآلات. فتلوث المياه والأرض يمكن أن يكون له نتائج غير سارة فى سلسلة الغذاء. وتتطلب معظم البلاد مراقبة وضبط التخلص من هدر المنازل والصناعة بتشريعات لمنع دخول المواد الخطرة فى منتجات الأغذية. والتلوث البيئى قد يكون بسبب المواد الغريبة أو الكيماويات مثل مواد الرش وملوثات المياه.

(ج) بعض التدابير لضبط الأخطار
some measures for controlling hazards

١- تدابير عند طور المعاملة والتعبئة
measures at the processing and packaging stage

المواد الخام raw materials

فى بيئة صناعة الأغذية يجب ضبط المواد الخام جيداً. فَمُنتِج الغذاء ليس له ضبط مباشر على قيمة المواد الخام الداخلة. وحتى يتم ضبط كافٍ على المواد الخام، لمنع دخول أو التخلص من الكائنات الضارة والبقايا غير المرغوبة، فإن اليقظة المستمرة يجب أن تكون رائد مُنتِج الأغذية. وهذا يخص

بالأكثر "المكونات الحساسة sensitive constituents" والتى عرفت تاريخياً بإرتباطها بالخطر مثل البيض والسمك واللبن والأسماك الصدفية ... الخ. ويظهر الجدول (٣) العمليات المستخدمة لإزالة وهدم الكائنات الدقيقة فى المواد الخام ومواد التعبئة. بينما يظهر الجدول (٤) وسائل الضبط التى تُؤمِن المواد الخام ولاتسبب أى خطر صحى.

ومواد التعبئة يمكن أن تكون مصدراً لأخطار صحية حيث أن معظم المستخدمين لها غير واعين لهذه المواد المستخدمة. فيجب تعيين الأنواع الموصى بها بدقة. وحاويات الحجم bulk التى تنتقل فيها الأغذية يجب أن يكون لها بروجراماً لتنظيفها فى المكان. ومن الطرق الأخرى التى يمكن إستخدامها أختام لايمكن العبث بها stamper-proof وفحص العينات عند وصولها والإحتفاظ بظروف تخزين مناسبة.

جدول (٣): طرق المعاملة للسيطرة على الكائنات الدقيقة فى المواد الخام ومواد التعبئة.

الطريقة	المَعْلَم الذى يتم السيطرة عليه
معاملة حرارية	الزمن ودرجة الحرارة ونسبة الرطوبة
الترشيح	حجم الثغر وسلامة المرشح
التشعيع	الجرعة وكثافة الحِمْل
كيماوى	التركيز، جيد ودرجة الحرارة

جدول (٤): السيطرة على المواد الخام الداخلة لضمان الأمان.

١- كن حذراً وعالى الإختيارية لمصادر وموردى المواد ومقدرتهم على إنتاج وتوصيل مُنْتَج آمن دائماً بتحقيق سياسة توريد يتم الإتفاق عليها.
٢- عَين مواصفات للمواد الخام خاصة بالنسبة للخصائص الحرجة للجودة والأمان.
٣- تجنب إستخدام أرخص الأسعار كمحدد وحيد للشراء. أربط بين السعر وتقدير المجازفة.
٤- أى مواد جديدة داخلة للنظام يجب إلقاء نظرة عامة نافذة review عليها. ولما كان أى تغيير ولو بسيط يؤثر على الجودة النهائية فيجب أن تُعطَى تعليمات للمُوَرد بأن يحيطك علماً بأى تغييرات فى خواص المادة الخام.
٥- إجر إختبارات دورية عند المورد.
٦- يجب أن يُخطَر المورد بأن يكون لديه بروجرام ح.خ.ن.ر.ح وبروجرام أسئلة وأجوبة. ويجب تشجيع ودعم ذلك إذا تطلب الأمر وإذا تم عمل مشاركة فإن هذا يكون مفيداً للطرفين
٧- أبلغ المورد أن يُرْشِمْ بدقة المواد الخام وأن يعطى ضمانات فى صورة "شهادة إذعان compliance certificate" عند التوريد.
٨- إجْرِ إختبارات دورية على المواد الخام بصورة عشوائية عند الإستلام.
٩- راقب ظروف التخزين للمواد الخام عند المورد وعند المنتج.
١٠- أطلب عينات مُمَثِلَة للفحص قبل التوريد.
١١- شجع مورد المواد الخام على أن يُطْوِر تعبئة آمنة للمكونات.

خطوات المعاملة processing steps

إستخدام مسجلات درجة الحرارة والضغط شائع، ويجب تجنب إستخدام الترمومترات وخاصة الزئبقية وتستخدم التقنية الأليكترونية. ويمكن مراقبة درجات الحرارة وكذلك الضغط أثناء المعاملة بخرائط المراقبة control charts وصحائف لوغاريتمية log sheets وبطرق التسجيل الأخرى. وسجلات الدُفَع batch يجب أن توضح نوع وكمية المكونات المستخدمة فى الإنتاج. والمنتجات التى تتطلب روشمتها "إستعمل بتاريخ معين" يجب مراقبتها/ضبطها عند المصدر. وكل المُنْتَجَات يجب أن يكون لها رقم يَدُل على الدفعة ليمكن تتبعها إذا إحتاج الأمر (وهذا يعود أيضاً على المكونات). والمنتجات النهائية يجب الإحتفاظ بها على درجات الحرارة المخصصة لكل منها. والمنتجات المحفوظة فى الحجر الصحى quarantine يجب أن تُرَوْشَم بوضوح لمنع شحنها. وتنكات المعاملة للتخزين على ضغط موجب يمكن أن تخلق مشاكل تلوث بين خطوط السائل والغاز. ويمكن تجنب ذلك بإستخدام صمامات لارَجْعية non-return فى المواقع المناسبة. والتغييرات فى العملية يجب ضبطها من خلال طريقة تغيير الضبط وهذا يجب أن يشمل إعادة تقدير الأخطار ونقط المراقبة الحرجة ن.ر.ح CCPs.

المصنع والمكن plant & machinery

الأخطار الناجمة عن المصنع والمكن يمكن ضبطها بتطوير صيانة الأجهزة الفيزيقية والمساعِدات المستخدمة فى صناعة مُنْتَج غذائى. فمن الضرورى تنظيف وتعقيم كل الأجهزة والأدوات والأوعية قبل وبعد المعاملة. ومن الأهمية بمكان معرفة أهمية أسس ح.خ.ن.ر.ح HACCP فى تخطيط وضع الأجهزة الهندسية، فبروجرام ضبط/مراقبة الخطر يتطلب أن كل خلط إنتاج فى المصنع يجب أن يُنَسَّق مع بيان العملية والعلاقة بين كل الأجهزة والمكن. ويجب أن يوجد بروجرام صيانة مانع يبين عدد مرات فحص الأجهزة. وعندما يحدث تغيير فى المكن أو فى وضعه يجب إعادة تقدير الخطر. وأجهزة القياس الحرجة مثل الترمومترات وأجهزة الوزن ... الخ يجب معايرتها بواسطة مُنَظَمَات مرخص لها بواسطة مجالس قومية لعمل ذلك بحيث أن القياسات يمكن أن تقتفى إلى معيار قومى.

وخطوط التشحيم والشحم والكيماويات المستخدمة فى تنظيف الأجهزة يجب أن تعرف بأنها آمنة وأن تشترى من مورد متفق عليه. أما العمال فهم الأقرب للمكن ويجب أن يُمَرَنوا بكفاية لمعرفة الأخطار الكامنة. وكل ملاحظة غير عادية يجب أن تُفْحَص فى الحال.

التخزين والتوزيع storage & distribution

الأخطار الناجمة عن التخزين والتوزيع والشحن ترتبط بظروف التخزين ودوران المخزون والموقع الفيزيقى وظروف التخزين المعينة يمكن مراقبتها بإستخدام سجلات درجة حرارة/زمن. بينما يمكن ملاحظة الموقع الفيزيقى من حيث النظافة والخلو من الهوامّ vermin والقذارة وأن تجرى إختبارات

لهما دورياً. والمنتجات التى ستشحن يجب وجودها بعيداً عن منطقة الحجر الصحى quarantine. وتستخدم رواشم لتعليم المنتجات حسب حالتها فمثلاً إحتفظ hold أو حجر صحى أو أرفض أو مرت passed تمنع المنتجات تحت القياس من أن تشحن. وتصميم منطقة التخزين يجب أن يأخذ فى الإعتبار إمكانية الوصول للبضائع والموظفين والشاحنات ذات الشوكة الرافعة وسهولة التنظيف والصرف والإضاءة والتهوية. والمنتجات المبردة ومثل تحت فراغ sous vide عرضة للمناولة السيئة عن المنتجات المجمدة أو المنتجات الثابتة على الرف، ولذا فهى تحتاج أن تراعى جيداً. ويجب تمرين الموظفين على المناولة الآمنة للأغذية أثناء النقل ومراقبة سجلات درجة الحرارة/الزمن فى الشاحنات المبردة، والإحتفاظ بالنظافة والصحة وطرق التوصيل الصحيحة يمكن أن يزيل الأخطار أو يقللها الناجمة عن النقل والتخزين. والفحص الروتينى يُسْتَخْدَم لمراقبة كفاءة أنظمة التخزين والشحن والتوزيع.

المبنى والأراضى التابعة له premises

تعتمد طرق المراقبة المستخدمة لمنع الأخطار وللعمل بأمان على التصميم المناسب ونَسَق layout منطقة المعاملة ويمكن إستخدام عدد من الطرق لمنع الأخطار الكامنة مثل مراقبة الحشرات المؤذية فى منطقة التصنيع والتخزين، وبروجرام صيانة محدد، وسجلات درجة حرارة/زمن فى مناطق التصنيع والتخزين، وبروجرام تنظيف للجدران والأرضيات والسقف، ومراقبة درجة حرارة الماء المستخدم فى تعقيم/تصحاح sanitizing الأجهزة والتخلص من النفايات لمنع دخول القوارض والحشرات المؤذية. كما تراعى قواعد الصحة والأمان.

الملاك/مجموع الموظفين ... الخ personnel

بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يجب أن يأخذ فى الإعتبار الأخطار الناجمة عن المناولة السيئة للغذاء فى إنتاجه وفى أماكن تقديمه. وفى أماكن تقديم الطعام وفى مبانى الأغذية المبردة والمجمدة، صحة ونظافة الموظفين تمثل مجازفة رئيسية. فمناولو الأغذية يمكن أن يكونوا مصدراً رئيسياً للبكتيريا الممرضة. كما أنه وجدت أشياء خاصة مثل أقلام وورق وجواهر وأشياء معدنية ونهايات سجائر وصمغ مضع فى المنتجات الغذائية فيجب منع التدخين ومضغ اللبان ولبس الحلى، بل يجب الإحتفاظ بصحة الشخص فى حالة جيدة وإستخدام ملابس نظيفة أو بدلات نظامية uniforms والعناية الطبية بإنتظام. وكل الملابس يجب أن تكون نظيفة وخالية من التربة بل يجب توفير هذه الملابس لمناولى الأغذية يومياً. كما يجب لبس أغطية الرأس كلما أمكن ذلك فالشعر بجانب أنه غير لطيف فإنه مصدر للكائنات الدقيقة. والعمال الذين يناولون الأغذية يجب ألا يكون لديهم أى جرح أو أمراض معدية بل يجب منع من هو مصاب بجرح أو مرض معدٍ من مناولة الأغذية. ويجب تجنب ملامسة الغذاء المحضر بالأيدى العارية. ويجب توفير تسهيلات لتنظيف الأيادى وتجفيفها.

٢- تدابير أطوار مابعد المعاملة والتعبئة
measures of post-processing and packaging stages
صناع الأغذية وتجار التجزئة عليهم مسئولية أن منتجات الأغذية لايساء إستعمالها بواسطة المستهلك بعد الشراء بل يجب أن تعامل الأغذية بأمان وصحة.

تجار التجزئة retail
قبل وصول الغذاء للمستهلك فتاجر التجزئة مسئول عن الإحتفاظ بأمان بكل الأغذية التى فى حوزته فيجب أن يخزن الغذاء على درجات الحرارة الموصى بها وأن تتخذ الإحتياطات الكافية عند مناولة الغذاء. ولذا فإن تدابير المراقبة تتصل بمراقبة سجلات درجة الحرارة /الزمن أثناء التخزين، وفحص الأجهزة والتيسيرات الأخرى وتمرين الموظفين وإستخدام تعبئة ضد العبث وتعبئة يكون واضحاً العبث بها tamper-proof & tamper evident.

تقديم وخدمة الغذاء food service
يقدم الغذاء للمستهلك فى عدة طرق. وبعض أنظمة تقديم الغذاء معرضة لخطر الكائنات الدقيقة وغيرها. ويمكن إستخدام تقنيات ح.خ.ن.ر.ح HACCP المستخدمة فى إنتاج الأغذية فى أنظمة تقديم الأغذية أيضاً. والأخطار التى يحتاج إلى ضبطها ترتبط بعدة عوامل منها: تكوين قائمة الطعام وكل غذاء على حدة خاصة المواد الخام التى لاتعامل، وطرق تخزين وتحضير ومناولة وحفظ الأغذية. وطرق المراقبة تشمل: إختيار الموردين، وفحص المواد الخام عند الإستلام، ومراقبة درجة الحرارة/الزمن فى مناطق التخزين ومناولة الأغذية، ومراقبة الممارسات الصحية للأشخاص ومناولتهم للأغذية، وتصحاح المواعين utensils وأجهزة المناولة، وتوفير أغطية تضمن الحماية من الحشرات، وضبط دخول الحشرات.

المستهلك the consumer
تحضير الغذاء food preparation: يمكن أن يفسد الغذاء فى المنزل من الكائنات الدقيقة الممرضة، كما قد يوجد بالغذاء أشياء غريبة أثناء تحضيره. والأخطار يمكن ضبطها بملاحظة الأوعية قبل الشراء ومناولة المنتج مناولة صحيحة بعد الشراء وفى الطريق إلى المنزل وتخزين المكونات والغذاء جيداً والإحتفاظ بأجهزة المطبخ نظيفة وتحضير الغذاء بطريقة صحيحة والإحتفاظ بحجر المؤونة والأدوات فى حالة جيدة.

إستعمال الغذاء food usage: منتجات الأغذية المحضرة مثل الهام والجبن والصلصات قد تستهلك مباشرة أو تَدْخُل فى أغذية أخرى. والأخطار قد تقع نظراً لسوء إستخدام المستهلك. والمستهلك فى أياديه طرق محدودة لتجنب الأخطار، ولكن تجنب الخطر يمكن أن يتم خلال تحضير معلومات للمستهلك بالنسبة لكيفية مناولة المنتج الغذائى وإستعماله وتخزينه.
وتستخدم رواشم تحذير مثل: إستعمل بتاريخ (معين) وظروف التخزين وإستعمال دلائل درجة

الحرارة/الزمن على الأغذية الحساسة وعالية المجازفة، وكذلك إستخدام تصميمات العبوات التي تقلل إلى أقل حد ممكن إساءة الإستخدام بواسطة المستهلك فهذه طرق يمكن لمُصَنِع الغذاء أن يساعد المستهلك في تقليل الأخطار إلى أقل حد ممكن.

(د) إستدعاء الأغذية: الغرض والعواقب
food recalls: purpose and consequences

من الضروري وجود طريقة لإستدعاء المنتج ذات كفاءة وذلك حمايةً للمستهلك. وقد تم إستدعاء منتجات منها: المخلل والمُقَبلات relishes (أجزاء زجاج)، زبدة السوداني (أجزاء مطاط رغوى)، "طقم" غداء dinner kits (فطر)، لبن (كحول التنظيف)، وقضبان الفاكهة (أجزاء من السلك، لحم معلب (علب متضررة)، أسبرجس معلب (ضرر قفل العلبة)، طماطم معلبة (علب ذات عيوب)، سوداني طبيعي (أحجار)، وزبدة السوداني (*Salmonella*). وتتطلب السلطات المنظمة من صناع الأغذية أن يُعْلَم الجمهور بالخصائص الضارة للمنتج الغذائي، والظروف التي يصبح فيها المستهلك معرض للخطر إذا إستعمله والطرق الآمنة للتخلص منه. وإذا كان إستهلاك المنتج الغذائي سيولد مجازفة وشيكة بالموت أو بمرض خطير أو بضرر خطير فإن السلطات المنظمة تستطيع أن تأمر بإستدعاء مباشر. وتُفْرَض عقوبات على إنتهاك أمر إستدعاء إجباري.

رابعاً: نقط المراقبة الحرجة (ن ر ح)
critical control points (CCs)

(أ) التقسيم **classification**

نقط المراقبة الحرجة يمكن تقسيمها كـ ن.ر.ح١ أو ن.ر.ح ٢. وتُعَرَف ن.ر.ح١ بأنها خطوة أو موقع في نظام معاملة الغذاء والتي تقوم هي نفسها بإزالة الخطر مثل إكتشاف معادن في منتجات الأغذية والتعقيم. أما ن.ر.ح٢ فَتُعَرَف على أنها خطوة أو موقع في نظام معاملة غذاء يمكن أن تساهم في ضبط خطر ولكنها لاتضمن إزالته مثل الفحص والبسترة.

ومن المهم التفرقة بين ن.ر.ح ونقط مراقبة أقل حرجاً لضمان أمن الأغذية. وهناك عدة نقط مفاتيح تلاحظ في تحديد ن.ر.ح هي:

١- نقط المراقبة الحرجة يجب ألا تحصر في أقل أو أقصى عدد. ٢- ن.ر.ح تخص منتج أو عملية بعينها. ٣- ن.ر.ح يجب ألا تتكرر. ٤- ن.ر.ح تعرض عندما يكون ذلك ضروري لإزالة أو تقليل خطر صحي. ٥- ن.ر.ح تحدد بإستشارة خبير عندما يكون هناك شك في مُنْتَج أو عملية. ٦- تطوير ن.ر.ح يحتاج إلى فطرة سليمة commonsense.

ووجود نقطة مراقبة في نقطة ما لايعتبر سبباً لإهمال مراقبة خطوات سابقة؛ فمثلاً يختبر النبيذ لبقايا المبيدات قبل العبزجة وبالرغم من ذلك فإن مُرَبي الكرم لايزال مسئولاً عن مراقبة بروجرام الرش. وأي مناسبة لإزالة أو تقليل إلى أقل حد حدوث خطر يجب ألا تهمل.

(ب) موقع ن.ر.ح location of CCPs

تقنيات ح.خ.ن.ر.ح HACCP تُمكِن مُعَامِل الغذاء من معرفة الأخطار والمجازفات وأن يركز على أين تمثل تهديداً لأمان الغذاء وأن يُطَور طرقاً لضبطها. والموقع الحقيقى لـ ن.ر.ح يتوقف على نوع الخطر والمكونات والتعبئة وطرق المعاملة والتخزين والمناولة. ويجب الإهتمام بمنع دخول الأخطار بدلاً من إكتشافها بعد ذلك. ويجب وضع ن.ر.ح مبكراً بقدر الإمكان فى نظام معاملة الغذاء، وقريباً من مصدر الخطر، وتؤخذ كل الإحتياطات لمنع دخول أخطار جديدة.

والأخطار المرتبطة بالمواد الخام يجب مراقبتها عند المصدر أى المُوَرِد. وهذا يقلل من مجازفة دخول أخطار ويُجَنِب فحص غير ضرورى للمكونات الخام عند الإستلام. وبذا فإن تقنيات المعاملة مثل الغسيل والفرز تكون أكثر تأثيراً فى ضبط الأخطار.

ومعاملو إنتاج الأغذية يرتبطون بأكثر من نقطة مراقبة حرجة واحدة. فمثلاً فى إنتاج الأطباق الرئيسية فى وجبة طعام فى أنظمة تقديم أغذية أطْبُخْ/بَرِدْ وأطْبُخْ/جَمِدْ فإن الزمن-درجة الحرارة هو ن.ر.ح خلال الإنتاج فى كل نظام model. والأجهزة والتصحاح الشخصى هو ن.ر.ح ويجب أن تراقب بإنتظام بإستخدام مقاييس ومعايير تم تحقيقها مسبقاً بواسطة نظام معاملة-الغذاء. وفحص الناتج النهائى عادة يثبت كفاءة المراقبة كما وُضِعَت حتى الآن.

(ج) تحديد ن.ر.ح identification of CCPs

ن.ر.ح الحقيقية شُوِشَتْ مع نقط مراقبة وبالتالى حُـدِدَ عدد كبير من ن.ر.ح مما جعل نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP لايعمل. فمثلاً فى عملية تجارية للسمك المدخن من الممكن أن تُعَرَف عدة خطوات ولكن ثلاثة منها تُعْتَبَر حرجة: إختراق الملح والتدخين والتخزين. ويمكن الإستعانة بشجرة تحديد ن.ر.ح CCP التى وضعتها لجنة صحة الأغذية التابعة لدستور الأغذية (الصورة ٢) Codex Alimentarius Committee on Food Hygiene فى تحديد ن.ر.ح CCP الحقيقية.

خامسا: تحقيق ح.خ.ن.ر.ح implementation of HACCP

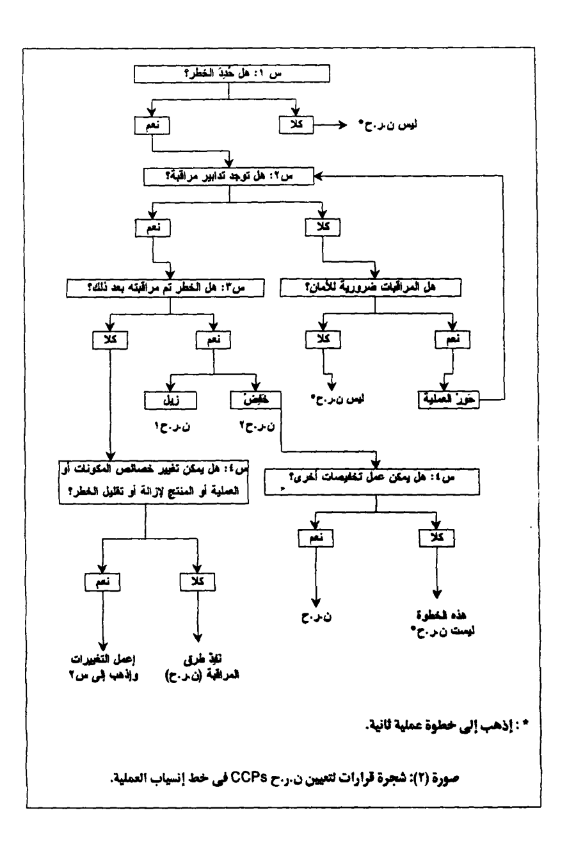
(أ) إستخدام خرائط الإنسياب the use of flow charts

١- الرموز symbols

تُستَخدَم خرائط الإنسياب لإظهار مختلف خطوات عملية إنتاج الغذاء. وهذا يشمل دخول المكونات وكل خطوات المعاملة والتعبئة والتخزين والتوزيع والمناولة بواسطة المستهلك. وهذه العمليات تظهر فى الرموز القياسية الخمسة كما فى جدول (٥).

٢- رسم بيانى بالمربعات والمستطيلات block diagram

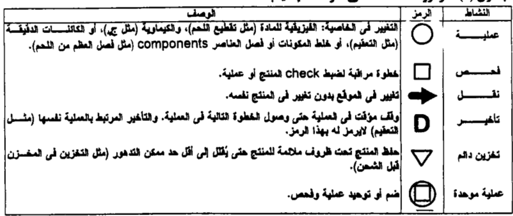
الرسم البيانى يعطى نظرة عامة لعملية إنتاج الغذاء. وخطوات العملية تظهر داخل صناديق boxes ودخول المكونات يبين بواسطة أسهم. والصورة (٣) تظهر رسم بيانى (بمربعات) لإنتاج الفراخ والخضر.



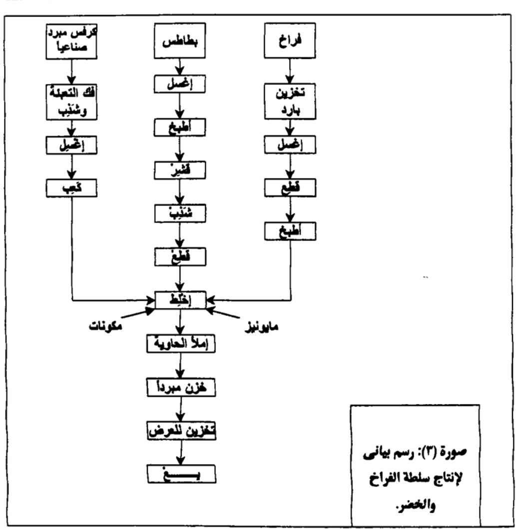
* : إذهب إلى خطوة عملية ثانية.

صورة (٢): شجرة قرارات لتعيين ن.ر.ح CCPs في خط إنسياب العملية.

جدول (٥): الرموز المستخدمة فى خرائط الإنسياب.



النشاط	الرمز	الوصف
عمليـــــــة	○	التغيير فى الخاصية: الفيزيقية للمادة (مثل تقطيع اللحم)، والكيماوية (مثل جبن)، أو الكائنــــات الدقيقـــة (مثل التعقيم)، أو خلط المكونات أو فصل العناصر components (مثل فصل العظم من اللحم).
فحـــــص	□	خطوة مراقبة لضبط check المنتج أو عملية.
نقـــــــل	➡	تغيير فى الموقع بدون تغيير فى المنتج نفسه.
تأخيـــــــر	D	وقف مؤقت فى العملية حتى وصول الخطوة التالية فى العملية. والتأخير المرتبط بالعملية نفسها (مثــل التعقيم) لايرمز له بهذا الرمز.
تخزين دائم	▽	حفظ المنتج تحت ظروف ملائمة للمنتج حتى يُقلل إلى أقل حد ممكن التدهور (مثل التخزين فى المخــزن قبل الشحن).
عملية موحدة	◯ (مربع داخل دائرة)	ضم أو توحيد عملية وفحص.

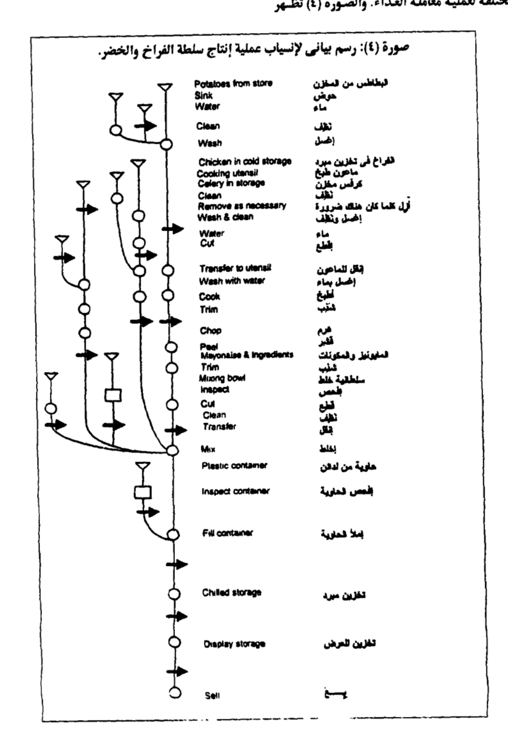


صورة (٣): رسم بيانى لإنتاج سلطة الفراخ والخضر.

٣- رسم بيانى لإنسياب عملية process flow diagram

رسم بيانى لإنسياب عملية يُظهر بالتفصيل الخطوات المختلفة لعملية معاملة الغذاء. والصورة (٤) تظهر عملية رسم بيانى لإنسياب عمليـــة إنتاج سـلطة الفراخ والخضر.

صورة (٤): رسم بيانى لإنسياب عملية إنتاج سلطة الفراخ والخضر.



(ب) تقدير الخطر الكامن

assessing the hazard potential

تحليل الأخطار يتطلب معرفة بالكائنات الممرضة أو أى عامل يمكن أن يسبب فساداً للمُنْتَج وأن يكون ضاراً بالمستهلك. وتقدير الأخطار الكامنة يشتمل على فحص مفصل للآتى: المواد الخام، العملية، المُنْتَج، والإستعمال النهائى. وفى الآتى غياب الخطر مبين بعلامة (–) وكفاءة عملية إزالة الخطر أو المدى الذى يمكن أن يوجد عليه الخطر مبين بعدد علامات (+) (مثلاً +++ لعالى ، ++ لمتوسط، + لمنخفض، و – لغير موجود).

١– تقدير المواد الخام

assessment of raw materials

الأخطار المتعلقة بالمواد الخام يمكن أن تُجَمَع تحت: كائنات دقيقة ومواد غريبة وتلك المرتبطة بالنقل والتخزين. وفى هذا الطور إعتبار التقدير لايعطى أى مراقبة للعملية والتى يمكن أن تقدم لتزيل أو تقلل الخطر. والجدول (٦) يبين خطاً لتقدير المواد الخام.

جدول (٦): تقدير المواد الخام.

المادة الخام	التلوث	النمو	المادة الغريبة	النقل	التخزين	المجازفة
بطاطس	+++	+	+++	–	–	عالِ
دواجن/فراخ	++++	+++	–	++	++	عالِ
كرفس	+	+	++	–	–	منخفض
مايونيز	–	–	++	–	–	متوسط
مكونات	–	–	+	–	–	منخفض
صوانى	–	–	+	–	–	متوسط

سلطة فراخ وخضر

إنتاج ....

التلوث بالكائنات الدقيقة: بعض منتجات الأغذية معرضة أكثر للتلوث مثل السمك واللحم أكثر من الفواكه والخضر. والماء المكلور ومكونات الأغذية كالملح لاتحمل أى كائنات دقيقة عادة.

نمو الكائنات الدقيقة: عدة عوامل مهمة بالنسبة لنمو الكائنات الدقيقة ويجب إعتبار المجازفة فى التقدير (أنظر بكتيريا، فطر، خميرة، أمراض معدية).

المادة الغريبة: الأنواع العامة التى تهم بيئة معاملة الأغذية هى التربة والكيماويات وبقايا مبيدات الأوبئة والأشياء المعدنية والأشياء الشخصية...الخ، فيقدر إحتمال التلوث بها.

النقل: بعض منتجات الأغذية قد تتلف أو ينالها الهدم أثناء النقل فتقدر المواد الخام لمدى التلف أو الهدم الذى يمكن أن يحدث أثناء النقل.

التخزين: تقدير المواد الخام على أساس ظروف التخزين يتطلب إعتبار الأخطار التى يمكن أن تحدث تحت ظروف تخزين غير منضبطة. والمنتجات مثل الملح أو السكر لاتتطلب إعتبارات تخزين خاصة بينما الإحتفاظ بدرجة حرارة /زمن مُسَبَق الوصف مهم فى الأغذية المبردة.

تقدير المجازفة: المجازفة يمكن أن تكون عالية أو منخفضة فمثلاً الغذاء المطبوخ مثل السمك واللحم والبيض المجازفة فيها منخفضة بعكس الأغذية غير المطبوخة. وحتى لو أزيل الخطر فى طور تالٍ للعملية فإن أى مجازفة ترتبط بالمواد الخام يجب ألا تهمل.

٢- تقدير العملية

assessment of the process

يشتمل تقدير العملية على تحليل كل خطوة. ويمكن إستخدام شجرة قرار فى تحديد الأخطار (الصورة ٢). وتحليل خطوات العملية يظهر فى الجدول (٧). وعند كل خطوة فى العملية يجب إعتبار : ١- كفاءة هدم الكائنات الدقيقة. ٢- التلوث بالكائنات الدقيقة والنمو (مثل أثناء المناولة). ٣- إزالة المواد الغريبة أو هدمها. ٤- إدخال مواد غريبة. ٥- الأجهزة. ٦- درجة المراقبة/الضبط.

هدم الكائنات الدقيقة: هدم الكائنات الدقيقة عامل حرج فى معاملة الأغذية ويوصف بأنه عالٍ (مثل التعقيم) أو منخفض (مثل التصحاح sanitation) أو لايوجد none.

التلوث بالكائنات الدقيقة/النمو: قد يحدث تلوث بالكائنات الدقيقة أثناء مناولة الأغذية ولكن نمو الكائنات الدقيقة يحدث فقط إذا كانت المادة مادة تفاعل مناسبة وحُفِظَت على ظرف مناسب للنمو.

إزالة المادة الغريبة أو هدمها: تعمل عمليات النخل والغسيل والفحص وتحديد المعادن على إزالة أو إقلال المادة الغريبة فى المنتج الغذائى. والتقدير يتم على أساس كفاءة العملية.

إدخال مواد غريبة: يمكن أن تدخل مواد غريبة أثناء بعض خطوات العملية مثل قطع لدائن أثناء عملية التعبئة أو أجزاء معدنية من مكن غير مضبوط.

جدول (٧): تقدير العملية.

العملية	هدم الكائنات الدقيقة	التلوث بالكائنات الدقيقة/النمو	إزالة المواد الغريبة/تقليلها	إدخال مواد غريبة	الأجهزة	درجة الضبط/المراقبة
بطاطس						
غسيل	-	+	+++	-	+	متوسط
طبخ	++	-	-	-	-	متوسط
تقشير/تشذيب قطع	-	+	+++	+	+	عال
الدجاج/الفراخ						
غسيل	-	+	++	+	+	منخفض
قطع	-	-	-	+	+	منخفض
طبخ	+++	-	-	-	-	عال
الكرفس						
غسيل	-	+	+++	+	+	متوسط
تشذيب/تهريم	-	-	++	-	+	عال
الخلط	-	+++	+	++	++	عال
الملء	-	-	++	+	+	منخفض
الروشمة	-	-	-	-	-	لايوجد
التبريد/التخزين	-	+++	-	-	-	عال

سلطة فراخ وخضر

إنتاج ....

الأجهزة: أى جهاز يتصل إتصالا مباشرا مع الأغذية يمكن أن يلوثها إن لم يكن قد تم تنظيفه جيدا. ولكن أجهزة قفل الكرتونات والتى لاتتصل إتصالا مباشرا بالغذاء لايمكن إعتبارها مصدر خطر.

درجة الضبط/المراقبة: درجة الضبط/المراقبة اللازمة لإزالة أو تقليل خطر يمكن أن تصنف على أنها عالية أو منخفضة أو متوسطة. وإذا كان الخطر لايزال فى الخطوات التالية فإن درجة عالية من المراقبة تكون ضرورية. فإذا كان غسيل الخضر

بغرض إزالة المواد الغريبة ثم بقصد إستهلاكها غير مطبوخة، فإن خطوة الغسيل تكون حرجة وتحتاج لدرجة عالية من المراقبة بسبب ما يمكن حدوثه من تلوث. ولكن إذا كان القصد هو طبخ الخضر بعد ذلك فإن خطوة الغسيل تكون بغرض إزالة التربة والقذارة وبذا تحتاج إلى درجة منخفضة من المراقبة.

وعرض أغذية بحرية خام أو دجاج خام أو لحم خام يحتاج إلى درجة عالية من المراقبة لأنه من المهم حفظ درجة حرارة العرض تحت ٤°م للحد من نمو البكتيريا، وإلا نتجت أشياء خطيرة. وعمليات مثل ملء الصواني ومناولة الأغذية تحتاج إلى درجة متوسطة من المراقبة.

٣- تقدير المنتج

assessment of the product

يُقَيم المنتج على أساس الأخطار المرتبطة بثباته (الجدول ٨). ويجب إعتبار ظروف التخزين ومتطلبات التعبئة وتعليمات الإستلام اللازمة لمنع المنتج من التعرض للتهدم أو الفساد.

جدول (٨): تقدير المنتج.

المنتج	التخزين	الإستلام	درجة المراقبة/الضبط
سلطة الفراخ والخضر	+++	++	عالية

التخزين storage: منتجات مثل النبيذ المعبزج bottled والأغذية المعلبة والمربى لاتتطلب ظروف تخزين خاصة ولايوجد لها أخطار مرتبطة بالتخزين.

ولكن بالنسبة للمنتجات القابلة للفساد/التلف مثل اللحم أو السمك أو الجيلاتي فإن ظروف التخزين حرجة ولذا فإن الأخطار المتصلة بها تصنف كعالية. والخضر تحتاج إلى ظروف تخزين خاصة ولكن إذا أسيئت فإن الأخطار تكون أقل حرجاً. والأخطار المرتبطة بمثل هذه المنتجات تقسم على أنها منخفضة/متوسطة إذا قورنت بتلك المرتبطة باللحم أو السمك.

الإستلام delivery: الأخطار أثناء نقل الأغذية تقدر بالنسبة لمدى التضرر أو التهدم. فقليل أو لايوجد بالمرة أخطار بالنسبة لمنتجات الأغذية التي لاتتطلب ظروف تخزين خاصة أو تقنيات مناولة خاصة. وبعض منتجات الأغذية التي تُعَبأ في حاويات زجاج أو لدائن تتطلب ظروف تخزين خاصة أثناء النقل لمنع الضرر ومايتبعه من فساد. والأخطار المتصلة بمثل هذه المنتجات تُصَنف كمنخفضة. والأغذية المُبَرَدة أو المُجَمَدة تحتاج لظروف خاصة في التخزين (درجة حرارة/زمن) وهي قد تكون عُرْضَة لظروف غير مناسبة من حيث درجة الحرارة على فترات طويلة أثناء النقل. وهذه المنتجات تتطلب تعبئة خاصة والأخطار المتصلة بهذه المنتجات تُصَنف بأنها عالية.

درجة المراقبة degree of control: الأغذية المُعَلبَة والسكر والملح لاتحتاج إلى مراقبة ولكن عندما تنقل منتجات أغذية مُبَرَدَة أو مُجَمَدَة فإنها تحتاج إلى درجة كبيرة من المراقبة. وبعض المنتجات التي تنقل لمسافات قصيرة في عبوات

معزولة قد لاتتطلب ظروف تخزين خاصة. وعدم المحافظة على مراقبة درجة الحرارة /الزمن قد لايكون لها عواقب خطيرة. ودرجة المراقبة اللازمة لهذه الفئة من المنتجات الغذائية تصنف بأنها منخفضة.

٤- تقدير الإستعمال النهائى
assessment of end use

يشتكى المستهلك من المنتجات التى يساء تداولها مما يؤدى إلى تدهور جودتها، وإن كانت الأخطار قد تحدث من المستهلك كنتيجة لعدم الإستخدام المناسب وإساءة الإستعمال.

الإستخدام غير المناسب inappropriate usage: المنتجات الغذائية التى يمكن إستهلاكها بأمان بواسطة الجمهور لاتسبب مجازفة. وبعض المنتجات الغذائية التى يمكن إستهلاكها بواسطة جزء من الجمهور قد لايتقبلها آخرون، ولو أن تأثير هذا الخطر قد لايكون جوهريا، ولذا تصنف الأخطار من هذا الإستعمال كمنخفضة. ولكن الأخطار التى قد تحدث كنتيجة لخطأ فى الروشمة labeling أو خطأ فى التركيب فى منتجات أغذية مصنوعة خصيصا لمجموعات خاصة مثل كبار السن أو الأطفال الحساسين أو مرضى البول السكرى حرجة، ولذا تصنف بأنها عالية.

إساءة الإستعمال بواسطة المستهلك abuse by the consumer: منتجات الأغذية التى لاتتطلب ظروفا خاصة للتخزين أو المناولة لاتسبب أى أخطار فى أيدى المستهلك. ولكن بعض منتجات الأغذية يجازف مجازفة منخفضة low risk بإساءة إستخدامها وتتطلب عناية متوسطة فى المناولة مثل الخبز الذى يترك فى الخارج للهواء الطلق سرعان مايصيبه الفطر. وبعض الأغذية كاللحم المطبوخ تتطلب مناولة خاصة بواسطة المستهلك لمنع الفساد ولكنها قد لاتكون واضحة وإستهلاك مثل هذه الأغذية قد يسبب مرضا خطيرا (مثل سم الـ *Salmonella*) فهذه الأغذية لها مجازفة عالية من سوء الإستخدام.

درجة المراقبة degree of control: المراقبة ليست ضرورية لمنتجات الأغذية التى لايمكن إساءة إستعمالها. والأغذية التى لها درجة مجازفة منخفضة فى الإستعمال تتطلب درجة متوسطة من المراقبة، والمنتجات الأخرى التى تتطلب مناولة خاصة تحتاج لدرجة عالية من المراقبة. وجدول (٩) يبين تقدير الإستعمال النهائى للمنتج الغذائى.

جدول (٩): تقدير الإستعمال النهائى

المنتج	إستعمال غير مناسب	إساءة الإستعمال بواسطة المستهلك	درجة المراقبة
سلطة الفراخ والخضر	-	++	عالية

ج- التقييم الإجمالى overall evaluation

من الممكن الآن التركيز على تدابير المراقبة والمنع للأخطار والمنع للأخطار المعروفة بإستخدام رسم بيانى بالمربعات والمستطيلات

block diagram وقائمة التقييم الخاصة بـ ح.خ.ن.ر.ح HACCP.

١- رسم بيانى بمربعات ومستطيلات ح.خ.ن.ر.ح HACCP block diagram

غرض رسم بيانى بمربعات ومستطيلات ح.خ.ن.ر.ح HACCP هو إظهار المعلومات التى تتصل بالأخطار الكامنة وإظهار ن.ر.ح CCPs ومحك المراقبة. وتظهر فى الصور (٥-٨) رسوم بيانية بمربعات ومستطيلات ح.خ.ن.ر.ح HACCP لإنتاج سلطة الفراخ والخضر.

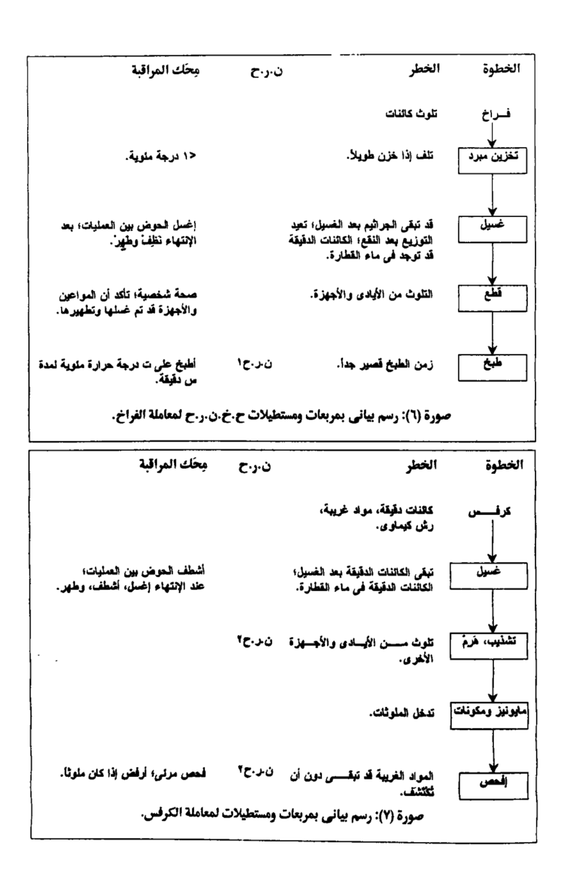
٢- قائمة التقييم evaluation schedule

تُنقل معلومات رسم بيانى مربعات ومستطيلات ح.خ.ن.ر.ح إلى جدول يبين معالم العملية/البنود التى ستراقب، وحدود المراقبة ومدى تكرار مراقبتها، والنشاط المناسب فى حالة عدم إجراء المراقبة والشخص المسئول عن المهمة.

والمَعَالِم يجب أن تُرَاقَب وتُسَجَل بواسطة الشخص المسئول عن المهمة على الفترات المبينة وتُفْحَص أدوات التسجيل لضمان أنها تعمل جيداً. وقد يكون من اللازم تسجيل المقاييس مثل درجة الحرارة والزمن عندما تؤخذ عينات لإختبارات مثل تحليل الكائنات الدقيقة، ومدة أخذ العينة، وعدد لو log number والبيانات الأخرى المناسبة يجب أن تُسَجَل. والتدقيق المنتظم بواسطة المشرف يضمن أن المراقبة تستمر تبعاً للقائمة الموضوعة. وتحقيق verification قائمة التقييم جزء هام من نظام ح.خ.ن.ر.ح. والجدول (١٠) يبين قائمة تقييم لإنتاج سلطة فراخ وخضر.

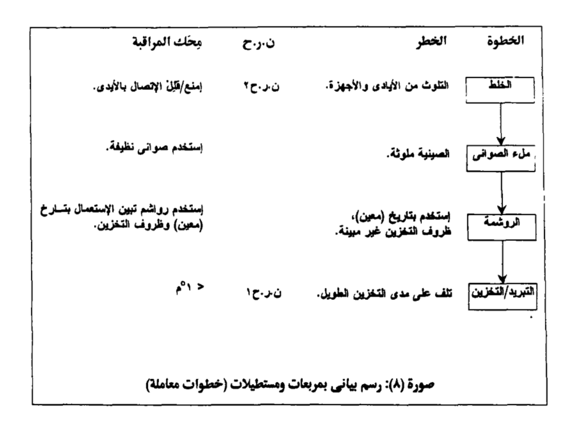
الخطوة	الخطر	ن.ر.ح	محك المراقبة/الضبط
بطاطس	جراثيم بكتيرية على الجلد.		
غسيل	الغسيل: الكائنات الدقيقة قد تبقى؛ نقع: إنها تعيد التوزيع؛ ماء القطارة قد يحتوى كائنات دقيقة.		إغسل الحوض بين العمليات؛ عند الإنتهاء نظف وطهر الحوض. تأكد أن التربة أزيلت.
طبخ	الجراثيم تقاوم.		
تقشير، تشذيب، قطع	التلوث من الأيادى والأجهزة الأخرى.	ن.ر.ح٢	صحة شخصية؛ تأكد أن المواعين والأجهزة قد غُسِلَت وطُهِرَت؛ أزل البطاطس التالفة والمواد الغريبة.

صورة (٥): رسم بيانى بمربعات ومستطيلات لـ ح.خ.ن.ر.ح لمعاملة البطاطس.



صورة (٦): رسم بيانى بمربعات ومستطيلات ح.خ.ن.ر.ح لمعاملة الفراخ.

صورة (٧): رسم بيانى بمربعات ومستطيلات لمعاملة الكرفس.



صورة (٨): رسم بيانى بمربعات ومستطيلات (خطوات معاملة)

٣- تقدير المجازفة الإجمالى وتقليلها
overall risk assessment and reduction

عند هذا الطور فإن مُنْتِج الغذاء يجب أن يقدر المجازفات المرتبطة بالمواد الخام وعملية الإنتاج ومناولة المُنْتَج النهائى من أجل تقليل حدوث أخطار إلى أقل حد ممكن. وطرق مثل غسل المواد الخام والتسخين ومناولة المنتجات والحاويات يجب أن تفحص جيداً لتحسين كفاءة نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP. وكنتيجة لنظرة عامة فإنه إذا أجْرِيَت تغييرات فى المكونات أو التركيب formulation أو عملية الإنتاج أو الطرق أو الأجهزة أو مناولة المنتج النهائى فإن بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يجب أن يعاد النظر فيه تبعاً لذلك.

٤- حماية المستهلك consumer protection

الغرض الأول لنظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP هو حماية المستهلك من الضرر المتسبب عن أخطار ترتبط بالمنتج الغذائى. وهناك أربعة أسباب لعدم رضا المستهلك عن المنتجات الغذائية: عدم التعود والتوقعات، السعر، العيوب، وسوء المناولة بواسطة المستهلك.

ومسئولية مُنْتِج الغذاء أن يضمن أن كل منتجات الأغذية مُرَوْشَمَه بكفاءة. والمعلومات مثل وصف المنتج (خاصة المنتجات الجديدة) والمكونات وعمر الرف وظروف التخزين والأضرار الخاصة، إذا وجدت، يجب توفيرها للمستهلك لخلق الوعى بطبيعة المنتج ومنع سوء المناولة.

وتجار التجزئة والصناع يمكن أن يوفروا معلومات على هيئة وريقات/كراسات تشرح مناولة المنتجات الغذائية فى طريق أخذها للمنزل.

جدول (١٠): قائمة تقييم لسلطة فراخ وخضر.

الخطوة/البند	البند المراقب	حدود المراقبة	تكرار الإختبار	طريقة المراقبة	النشاط	الشخص المسئول
تقشير، تشذيب، قطع البطاطس ن.ر.ح٢	الأجهزة النظافة، المواد الغريبة	نظف الأجهزة، لايوجد مواد غريبة	مستمر	مرئيا	أعد التنظيف، أزل المواد الغريبة	العامل
طبخ الفراخ ن.ر.ح١	درجة الحرارة، الزمن	درجة حرارة مئوية س دقيقة	مستمر	مدرجة ترمومتر ساعة	أطبخ لمدة أطول	العامل
تشذيب، هرم الكرفس ن.ر.ح.٢	الأجهزة النظافة المواد الغريبة	نظف الأجهزة، لايوجد مواد غريبة	مستمر	مرئيا	أعد التنظيف، أزل المواد الغريبة	العامل
إفحص المايونيز والمكونات ن.ر.ح٢	المواد الغريبة	لايوجد مواد غريبة	كل دفعة	مرئيا	أرفض الدفعة	المشرف
أجهزة الخلط ن.ر.ح٢	الأجهزة النظافة المناولة	نظيفة مرئيا، لاقذارة/بقايا، لايوجد إتصال بالأيدى	كل إنتاج	مرئيا	أعد التنظيف إحتفظ بالعملية للتقييم،	المشرف
عملية الخلط ن.ر.ح٢			كل إنتاج	راقب الطريقة	مرن العامل	
تبريد/عرض تخزين ن.ر.ح١	درجة الحرارة	< صفر°م	كل دفعة	مدرجة ترمومتر	أحجز على المنتج للإختبارات، إفحص لسبب	المشرف

(د) إدارة بروجرام ح.خ.ن.ر.ح
management of the HACCP program

١- عمليات النظرة العامة والتحقيق والإستدعاء
review, audit and recall processes

النظرة العامة review

بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP مثله مثل نظام إدارة الجودة ديناميكى. ومع التقدم فى تقنية الغذاء فإن منتجى الأغذية دائما ينتظرون طرقا جديدة وسريعة وآمنة لمعاملة الغذاء. وبروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يجب أن يكون مرنا ليهيىء نفسه للظروف المتغيرة. فالمعلومات الجديدة عن الكائنات الدقيقة تمثل تحديا لبروجرامات ح.خ.ن.ر.ح HACCP المتطورة

والمستخدمة. كما يجب أن يأخذ بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP إختلافات وتَكيُّفْ العوامل المسئولة عن أخطار صحة الإنسان فى الإعتبار.

ومن السهل على المنظمات التى بها نظام إدارة جودة أن تُدْخِل بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP فى نظام موجود فعلاً. وطرق مثل مسئولية الإدارة ومراجعة الإدارة review والموافقة على الوثائق وإصدارها يمكن أن تطبق على نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP. وتكون وظيفة ممثل الإدارة المحافظة على النظام خلال تحقيقات audits ومراجعات reviews منتظمة. وممثل الإدارة المسئول عن البروجرام يجب أن يضمن كل مواصفات المنتج الجديدة والجارية، وكذلك مقاييس المزاولة والتغيير فى الطرق والأجهزة والهندسة وبيانات الكائنات الدقيقة، ومراقبات الأمان وأنظمة المراقبة يجب أن تراجع بإنتظام بواسطة فريق ح.خ.ن.ر.ح HACCP. فمن مسئولية الفريق أن يقرر بالنسبة للممارسات الجارية أو الطرق الجديدة: (أ) الأخطار الكامنة فى المكونات والمنتجات والمجازفات ، (ب) إذا كان فى الإمكان منع الخطر أو تقليله إلى أقل حد ممكن، (ج) كفاءة معاملة حرارية نهائية، (د) إحتمال إعادة التلوث، (هـ) الأخطار المتعلقة بالمناولة والتخزين والتوزيع وإستعمال المنتج.

وأنموذج تحليل خطر (صورة ٩) يمكن إستخدامه لتقرير نتائج وجدها الفريق. وكل الحوادث وإساءة إستخدام المكونات والبيئة غير الآمنة. ومسائل الأمان يجب أن تسجل ويبلغ بها السلطات المناسبة. ويجب أن يُعْطَى العمال سلطة وقف العملية إذا كان من رأيهم أن الإستمرار فى العمل غير آمن. وكل مسائل الأمان يجب أن تعالج مباشرة، وفعل موقوت يُتَخَذ لإزالة مزاولات غير آمنة وكذلك الأجهزة غير الآمنة.

التحقيق audit

تحقيق ح.خ.ن.ر.ح HACCP يمكن أن يُعَرَف بأنه فحص نظامى/تصنيفى systematic ومستقل لتحديد إذا: (أ) نشاطات ح.خ.ن.ر.ح HACCP والنتائج المترتبة تطيع الترتيبات الموضوعة، (ب) أن هذه الترتيبات نفذت بكفاءة، (ج) أن الترتيبات مناسبة لتحقيق على الأغراض. وقائمة التحقيقات يجب أن تخطط وتعمل كما هو مصمم. ولايوجد معيار لنظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يكافىء سلسلة مقاييس ن.ق.ع ٩٠٠٠ ISO 9000. ولكن نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يمكن أن يُحَقَّقْ audited ضد المتطلبات المتخصصة للنظام.

وتحقيقات ح.خ.ن.ر.ح HACCP يجب أن تُوَفِر: (أ) تقديراً لكفاية النظام القائم، (ب) نقطة مرجع bench mark ضدها يمكن عمل التحسينات وتقويمها، (ج) دليل على أن المتطلبات التعاقدية والقانونية تم الوفاء بها، (د) تغذية خلفية feedback عن مسائل الأمان. وتحقيقات ح.خ.ن.ر.ح HACCP تُجْرَى بطريقة مشابهة لتحقيقات نظام الجودة وتطبق على - ولكنها لاتقتصر على - السجلات والنشاطات المرتبطة بنقط المراقبة ونقط المراقبة الحرجة والتدريب

والمراجعة العامة reviews. وكل عدم إذعان non-compliances يجب أن يعالج عند أقرب فرصة ممكنة. والمنتجات المتعلقة بعدم الإذعان هذا يجب أن تحفظ تحت الحجر quarantine لفحص شامل.

أنموذج تحليل خطر

أ. الخطر

الخطر المعين (ضمن تفصيلات مثل إسم المنتج، الرمز، حجم العبوة ... ألخ)
....
....
....

عينت بواسطة: .... التاريخ: .... الوقت: ....
المكان: ....

التأثير الممكن على الصحة/الأمان ....
....
....
المجازفة ....

ب. التحليل
العوامل المساهمة ....
....
....
....

ج. الحل
الطريقة الموصى بها لتقليل/إزالة الخطر...
....
....
....

د. الإنجاز
مسئولية .... متى ....

هـ. المراقبة
نتيجة التحقيق ....
....
....

موافق على بـ: **التاريخ:**

صورة (٩): عينة تحليل خطر.

عملية إستدعاء المنتج
the product recall process
يجب أن تُستَخدَم طريقة موثوقة وأختبرت جيداً لمعالجة مادة الغذاء التي ثبت أنها ملوثة بمكون ضار. وقواعد الحكومة تضع على عاهل منتجي الغذاء الذين يستدعون منتجات غذائية لأسباب تتعلق بالأمان مسئولية قانونية أن يخبروا السلطات كتابة في مدى معينة من إبتداء الإستدعاء (الصورة ١٠). وتَتَبُع المعلومات يُمكِن من عزل هذا المنتج في المخزن أو عند تجار التجزئة أو في أيدي المستهلك. ويوجد مخطط إستدعاء منتج مقترح في الصورة (١١).

ومتن الإعلان الموضوع في الصحافة اليومية يجب أن يُذعِن للمتطلبات القانونية ويشمل: إسم المُنْتِج والمُنتِج، حجم العبوة ووصف للتعبئة، وأي مواصفات أخرى ضرورية للتَعَرُف، وسبب الإستدعاء، وضرورة التعرف على المخزون وحجره quarantine، وطريقة التخلص منه، وإذا كان الخطر للمستهلك خطيراً توفر معلومات عن الأعراض الإكلينيكية وينصح بإستشارة طبيب، وخط تليفون حر من غير مصاريف لتوفير مساعدة للمستهلك. ويُغطَى بيان إستدعاء في الصورة (١٢).

وعندما يتم إنتهاء الإستدعاء، فإن فريق الإستدعاء يجب أن يراجع كفاءة طريقة الإستدعاء ويوصي بأي تغييرات، إذا لزم الأمر. وفريق الإستدعاء يجب أن يُوَثِق المعلومات الآتية:

إسم المُنْتَج وحجم العبوة، وسبب الإستدعاء، وسبب المشكلة، والتاريخ بالترتيب الزمني لأحداث الإستدعاء مع بيان الفعل الذى أُتخِذ، وكفاءة الإستدعاء، والتكاليف الكلية للإستدعاء، النشاط التصحيحي الذى أُتخِذ، وكفاءة النشاط التصحيحي.

وفي حالة الإستدعاء فإن دقة المعلومات والسرعة التي أُتخِذ بها العمل مهمة.

٢- تدريب training

لقد تم تقبل ح.خ.ن.ر.ح HACCP كطريقة ذات أقصى كفاءة تكاليف لمراقبة الأخطار المتعلقة بالتلوث بالكائنات الدقيقة والتلوث الفيزيقي والكيماوي للأغذية. وتنفيذ خطة ح.خ.ن.ر.ح HACCP هو عمل فريق. والتدريب والتعليم ضروريان إذا أريد الحصول على الفوائد التامة. وعلى منتجي الأغذية تقع مسئولية إنتاج غذاء آمن، والمجالس المنظمة عليها أن تكون كفاة في مراقبة بروجرامات ح.خ.ن.ر.ح HACCP.

وتدريب ح.خ.ن.ر.ح HACCP يجب أن يُوَفِر: (أ) معلومات عن مفهوم وأسس وفوائد بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP، (ب) المهارات العملية والمعرفة الضرورية لتنفيذ بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP، (ج) المهارات التي يُحتَاج إليها لتطوير بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP. ويجب أن يشمل بروجرام تدريب ح.خ.ن.ر.ح HACCP سلطات المنظمة والمديرين الرئيسيين senior وموظفي/ مِلاك أرضية العمل shop floor personnel والمديرين التقنيين. وبروجرام التدريب نفسه يجب أن يهدف إلى إحتياجات المجموعات السابقة. فمثلاً السلطات المنظمة تحتاج إلى أن تعرف مضامين وأسس وفوائد بروجرامات ح.خ.ن.ر.ح HACCP وموظفي/مِلاك أرضية

العمل shop floor personnel يجب أن يكون لديهم مهارات عملية. ويجب إستخدام البيانات العملية لتأييد تقدم التدريب. ويوجد بروجرامات (كومبيوترية) حاسوبية لبروجرامات ح.خ.ن.ر.ح HACCP الآن، والمادة المتاحة فى هذه البروجرامات يمكن أن تكون أداة أساسية فى التدريب.

مصنعنا

صيغة إستدعاء منتج

المرجع: إسم المنقذ:
الإتصال بشخص: التاريخ:
تليفون: فاكس:

١. المرجو إزالة المنتج التالى من البيع للمستهلك فى الحال

المنتج الرمز الحجم

....
....
....
....

٢. سبب الإستدعاء

....
....
....
....

٣. المرجو إرجاع مخزونك إلى

....

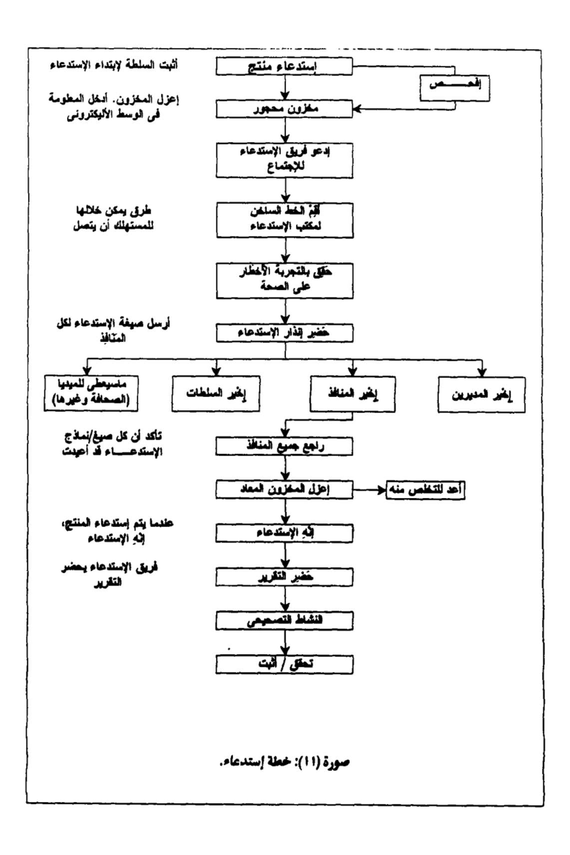
ملاحظات

١. المرجو إعادة الصيغة/الأنموذج form إلى ....
٢. إدا لم يكن عندك مخزون أرسل لايوجد
٣. كل المحزون سيتم إحلال محله على نفقة المصنع

لقد أعدت اليوم .... (وحدات)
إلى ....

.... التاريخ:
المدير
رقم التليفون رقم الفاكس

صورة (١٠): صيغة/أنموذج إستدعاء.



صورة (١١): خطة إستدعاء.

إشعار إستدعاء غذاء

منتجات غذاء محدودة مربى الفراولة

منتجات غذاء محدودة تستدعى G ٣٧٥ برطمان مربى فراولة بسبب إكتشاف زجاج فى برطمانين من مُرَبّى فراولة، منتجات أغذية. والإستدعاء ينطبق على المنتج الذى له الرمز ل ٢٣ أ ٦ L 23 A 6.

والمنتج الذى له الرمز السابق يجب ألا يُستَهْلَك.

وكتدبير أمان نحن نستدعى كل مخزون من هذا المنتج والذى له التعريف أعلاه على الروشم.

ولايوجد أى تقرير عن ضرر أو مرض. ومع ذلك فأى شخص مهتم بصحته كنتيجة لإستهلاك المنتج يجب أن ينشد إستشارة طبية.

من فضلك أعد المنتج إلى نقطة الشراء لإستعادة مال الشراء أو كَلِم بدون رسوم ....

والإستدعاء لاينطبق على أى منتج من منتجات أغذية محدودة مربى الفراولة له رمز مختلف أو أى منتج آخر من منتجات أغذية محدودة.

ونحن نعتذر بإخلاص لأى مضايقة سببها هذا الإستدعاء.

منتجات أغذية محدودة

(العنوان)

فاكس

صورة (١٢): إشعار إستدعاء.

٣- ح خ ن ر ح فى النظرة العامة لنظام الجودة
HACCP in the overall quality system

بقاء مهنة business يتوقف على مقدرتها لإشباع إحتياجات المستهلك وتوقعاته بتكاليف يمكن تحملها والتى يمكن أن تُحَقّق بإقامة نظام جودة كفأ. وهو يوفر أساساً لتحسين مستمر. وكفاءة نظام إدارة جودة يمكن أن يُقَدّرْ ضد مقاييس مثل ن.ق.ع ٩٠٠٠ ISO 9000.

ونظام إدارة الجودة يجب أن يصمم لمقابلة الإحتياجات الخاصة للمنظمة. وصانعو الأغذية يجب أن يكونوا حريصين على جودة الأغذية، بينما يجب أيضاً أن يدركوا أن أمان الأغذية هو إحتياج جوهرى. والسلطات المنظمة فى جميع أنحاء العالم تنفذ قوانيناً غرضها حماية المستهلك من الغذاء الضار. و ح.خ.ن.ر.ح HACCP هو

أداة إدارة تركز الإنتباه على أمان الأغذية وتُكمل نظام جودة الإدارة.

وتحقيق نظام جودة الإدارة وبروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP كلاهما يتطلب عمل فريق. ومتطلبات بروجرام ح.خ.ن.ر.ح HACCP توجد فى الأسس السبعة التى عرفتها اللجنة الإستشارية القومية لمقاييس الكائنات الدقيقة فى الأغذية National Advisory Committee on Microbiological Criteria وهذه ملخصة فى الجدول (١١).

جدول (١١): السبعة أسس لـ ح.خ.ن.ر.ح HACCP.

الأساس	الخطوة	النشاط
١	تحليل الخطر	إعمل رسم بيانى إنسيابى للعملية ، حَدِد وَضَعْ قائمة بكل الأخطار الكامنة.
٢	تحديد ن.ر.ح CCPs	حَدِدْ ن.ر.ح بإستخدام شجرة القرارات.
٣	حَدِدْ الحدود الحرجة	حَدِدْ الحدود الحرجة لكل التدابير المانعة المرتبطة بكل ن.ر.ح.
٤	المراقبة	عَيِنْ إحتياجات المراقبة وراقب عند فترات معينة.
٥	العمل المصحح	قَرِرْ عمل مصحح يجب عمله عندما تنحرف العملية عن الحدود المعينة.
٦	التوثيق	عَيِنْ الوثائق الكفاة الضرورية لتنفيذ نظام ح.خ.ن.ر.ح.
٧	التحقيق	عيِّن طرقاً لتحقيق ضمان أن نظام ح.خ.ن.ر.ح يعمل بإنضباط.

والطرق المتصلة بنظام ح.خ.ن.ر.ح يمكن أن تُطَوَر بإستخدام الأسس السبعة كأساس. والفقرات فى معيار ن.ق.ع ٩٠٠٠ ISO 9000 مثل المسئولية ومراجعة الإدارة والمنظمة يمكن تطبيقها بينما نحتفظ بالتركيز على الأمان مفضلاً ذلك على الجودة. ونظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يمكن أن يُدْخَل فى نظام إدارة الجودة بعمل مرجع للفقرات الخاصة مثل مراقبة العملية، والعمل المصحح والمانع، وتحقيق الجودة الداخلى، ومراقبة الوثائق والأشياء الأخرى المشتركة بين النظامين. ونظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP يجب الا يُحَد بالأسس السبعة ويجب أن يشمل طرقاً تتعلق بتخطيط ح.خ.ن.ر.ح HACCP وشكاوى الجمهور (المستهلك) وإستدعاء المنتج ومراقبة سجلات ح.خ.ن.ر.ح HACCP.

٤- فوائد تحقيق نظام ح.خ.ن.ر.ح
benefits of implementing an HACCP system

نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP هو طريقة مانعة وكفاة التكاليف لأمان الغذاء وهى ذات تأثير أكبر فى منع الأمراض المحمولة بالغذاء عن الطرق التقليدية. وتطبيق نظام ح.خ.ن.ر.ح HACCP كُفُؤ يؤدى إلى فوائد إقتصادية بجانب فوائد أخرى ملموسة معينة يلخصها الجدول (١٢).

جدول (١٢): فوائد تنفيذ نظام ح.خ.ن.ر.ح.

فوائد إقتصادية ١- يُحْتَفَظ بعمر رف للمنتج كما هو مبين على العبـــوة. ٢- إعادات ومطالبات أقل من المستهلـــك. ٣- تشغيل كفؤ للمكـن. ٤- أقل مايمكن من إعادة المعاملة والعمل المُصَحِح. ٥- هَدْر أقل. ٦- منتج متيـــن متناغـم. ٧- مراقبة أحسن على العملية تسمح بعمل تصحيحى قبل وقوع مشكلة. **فوائد غير ملموسة** ١- مستهلكون راضون وكذلك الموظفون. ٢- تعزيز شهرة المنظمة وجعل صورتها أحسن. ٣- ثقة أكبر من المستهلك فى المنتج. ٤- إمكانية التنبؤ بالأخطار الكامنة. ٥- إشتراك أكبر من الموظفين فى عمليات مـن يوم إلى يوم . ٦- بيئة نظيفة وصحية للعمل.

سادساً: دراسة حالة إنتاج سلطة فراخ وخضر
case study: production of chicken and vegetable salad

(أ) وصف المنتج product description

سلطة الفـراخ والخضـر منتـج جـاهز للأكـــــل ready-to-eat محضر مـن فراخ مطبوخـة وكرفس مقطع شرائح طازجة وبطـاطس مطبوخـة ومقشـرة ومكعبـة فـى خليـط صلصـة سـلطة. وتُشتَرَى صـدور الفراخ (من غير جلـد ولاعظم) والمكونات الأخرى من السوق. وخليط صلصة السلطة يتكون من أساس مايونيز مبستر مخلوط مع توابل. ويوضع المنتج فـى صوانى من لدائـن والتى تُغطَى بغشاء مـن رقيقـة يمكـن إزالتها/تقشيرها peelable وتُعَبأ فى عبـوة خارجيـة كرتـون. والمُنْتَج يبرد صناعياً ويُحْضَـر إلى صندوق الثلاجة كلما إحتاج الأمر.

(ب) تقدير الخطر الكامن
assessing the hazard potential

رسم بيـانى بمربعـات ومسـتطيلات وخريطـة عمليـة إنسيابية لإنتـاج سـلطة الفـراخ والخضـر تم وصفـها (الصـــور٣ ، ٤). والخطـــوة التاليـــة فـــى تقنيـــة ح.خ.ن.ر.ح HACCP هـــى تقديـــر الأخطـــار المتصلة بالمواد الخـام وخطوات المعاملة والمنتج والإستعمال النهائى، وعندئذ يمكـن تقدير المـواد الخام والعمليات الحرجة. وكل العملية يتم فحصها لتثبيت نقط المراقبة الحرجة.

٢- المواد الخام raw materials

الفراخ هى الأشد خطراً من المواد الخام، فهى قد تتلـوث ببكتيريـا ممرضـة. وظـروف التخزيـن بعـد الجمع وأثنـاء النقل حرجة. وقد تَحْمِل البطـاطس جراثيم البكتيريـا على الجلد. وقد يتلـوث الكرفس

بالبكتيريا وبقايا الرش. وقد يقلل الغسيل و/أو الفحص قبل الإستعمال مجازفة تلوث الفراخ والبطاطس والكرفس والمكونات الأخرى. أما المايونيز فلأنه حمضى فقد يتلوث ببكتيريا مقاومة للحمض.

٢- العملية process

أُعْطِى تقدير عملية سلطة الفراخ والخضر فى جدول (٧). وتُغْسَل البطاطس بغرض إزالة المادة الغريبة من الجلد. وطبخ الفراخ هو الخطوة المميتة الوحيدة فى كل العملية ويحتاج لمراقبة يقظة لدرجة الحرارة وزمن الطبخ. والبطاطس تُطْبَخ أيضاً ولكن جراثيم البكتيريا التى توجد على السطح لاتهدم. وبعد الطبخ تبقى عدة خطوات تشمل المناولة اليدوية (التقشير والتشذيب والهَرْم) وكل هذه الخطوات خطرة، ولايوجد خطوات مميتة فيما بعد. وغسيل الكرفس قد يقلل من مستوى الممرضات الخضرية ولكنه لايزيلها. كما أن التلوث بالكائنات الدقيقة قد يحدث أثناء عملية الخلط. وتُمْلأ السلطة باليد فى الصوانى وتتعرض للبيئة. والمناولة اليدوية المتكررة أثناء عملية الملء هى خطر صحى. ويجب ضبط درجة حرارة التخزين المبرد وكابينات العرض لمنع نمو الكائنات الدقيقة. وفى عمود درجة المراقبة (آخر عمود) فى الجدول (٦) توجد الخطوات التى عُرِّفَت بأنها عالية أو متوسطة المجازفة فهذه يُمْكِن إعتبارها لتحديد ن.ر.ح CCPs فى التحليل النهائى.

٣- المنتج product

قد يحدث نمو كائنات دقيقة إذا كانت ظروف تخزين السلطة غير مراقبة عند المُنْتِج وأثناء النقل والتوزيع (جدول ٨).

٤- الإستعمال النهائى end use

سلطة الفراخ والخضر منتج غذائى محضر لعامة الجمهور. ولكن بعد الشراء، إساءة الإستعمال مثل ترك الحاوية مفتوحة أو حفظها على درجة حرارة دافئة قد يسبب تهدم المنتج ويكون هذا خطر صحى إذا أستهلك (جدول ٩).

(ج) رسم بيانى بمربعات ومستطيلات لـ ح.خ.ن.ر.ح HACCP block diagram

يمكن إستخدام شجرة القرارات (صورة ٢) كأداه لتحديد ن.ر.ح CCPs. وتظهر الرسومات البيانية بمربعات ومستطيلات فى الصور (من ٥ إلى ٨). فجلد البطاطس يمكن أن يكون ملوثاً بجراثيم البكتيريا على سبيل المثال. ويمكن إستخدام شجرة القرار لتحديد عما إذا كانت خطوة غسيل البطاطس ن.ر.ح CCP:

س١- الخطر: جراثيم البكتيريا.

س٢- هل توجد تدابير مراقبة.

س٣- خطوة تالية (تقشير) ستقلل من الخطر بعد ذلك. ومستوى المراقبة المتحصل عليه: تقليل .

س٤- لايمكن عمل خفض آخر عند هذه الخطوة.

وبالمثل يمكن إظهار أن خطوة طبخ البطاطس ليست خارج ن.ر.ح CCP لأن جراثيم البكتيريا

لاتقتل/تهدم بالطبخ. وخطوات التقشير والتشذيب والقطع تصنف كأخطار بسبب المناولة اليدوية. ومرة أخرى تستخدم شجرة القرار لتحديد درجة ن.ر.ح:

س١ - خطر: كائنات دقيقة.

س٢- هل توجد تدابير مراقبة.

س٣- الخطوات التالية لن تزيل الخطر أو تقليله إلى مستوى مقبول.

س٤- لايمكن تغيير المواد الخام أو العملية أو المنتج لإزالة الخطر أو تقليله إلى مستوى مقبول.

وعلى ذلك فخطوات التقشير والتشذيب والقطع خطوات ن.ر.ح CCPs.

وتطبق شجرة القرار على كل الخطوات لتحديد ن.ر.ح CCPs. وقد تتعرض الفراخ للفساد أثناء التخزين. ولكن خطوة التخزين لاتصنف كـ ن.ر.ح CCP لأن هناك فرصة كبيرة للفحص للفساد أثناء الخطوات التالية من غسيل وقطع وطبخ. وطبخ الفراخ لمدة طويلة كافية يمكن أن يهدم الكائنات الدقيقة وعلى ذلك فهى خطوة مميتة وتصنف كـ ن.ر.ح١ CCP1.

وخطوات التقشير والقلع بعد الطبخ يمكن أن تدخل ملوثات من الأيادى والسكاكين والأجهزة الأخرى. ولكن البكتيريا لايمكن أن تتزايد فى وجود مكونات عالية الحموضة مثل المايونيز والخل والمخلل ...الخ. وعلى ذلك فخطوة الخلط يمكن أن تعطى مراقبة مطلقة إذا أضيفَت مكونات عالية الحموضة وخُلِطَت جيداً. وبذا فإن خطوات التقشير والقطع ليست ن.ر.ح CCPs.

والكرفس قد يكون ملوثاً بمواد غريبة وكائنات دقيقة. وتزيل خطوة الغسيل المادة الغريبة ولكنها قد لاتقلل المجازفة بقاء الممرضات الخضرية إلى مستوى مقبول. وبينما تقليل المادة الغريبة هو نقطة مراقبة مهمة فإن عمليات التشذيب والهَرْم بعد خطوة الغسيل تُوَفِر فرصة كافية لضمان إزالة المادة الغريبة. وعلى ذلك فخطوة الغسيل لاتصنف كـ ن.ر.ح CCP. ولكن إذا كان هناك دليل كافٍ لإظهار أن خطوة الغسيل تقلل من مستوى التلوث بالكائنات الدقيقة إلى مستوى مقبول فخطوة الغسيل يمكن أن تعتبر ن.ر.ح CCP.

وصوانى اللدائن جديدة وربما تكون ملوثة بمواد غريبة ولكنها تفحص قبل الإستخدام وبالتالى يمكن إزالة التلوث بالمواد الغريبة. وعملية التبريد وتخزين المنتج النهائى هى ن.ر.ح١ CCP1. والتخزين تحت ظروف صحيحة يمنع نمو الكائنات الدقيقة.

(د) قائمة التقييم evaluation schedule

الخطوات التى عرضت على أنها ن.ر.ح CCP تُراقَب/تُضْبَط كما هو مبين فى قائمة التقييم (جدول ١٠).

(هـ) النظرة العامة على تقدير المجازفة وتقليلها overall risk assessment and reduction

من الممكن الآن إعتبار كيف يمكن تقليل المجازفات بعمل تغييرات فى العملية.

الخضروات مصدر كبير للتلوث. والبطاطس والكرفس يمكن شراؤهما من مُزَارِع مقبول. والكرفس يمكن أن يسلق أو يُغْسَل بماء مُكَلْوَر

لتقليل الحمل البكتيرى. والبطاطس يمكن أن تُغسل وتُقشر وتُشذب وتُطبخ وتُكعب أو تُكعب وتُطبخ.

والتلوث يمكن أن يحدث أثناء عمليات المناولة باليد، خاصة بعد خطوة الطبخ. وبإستخدام قفازات ترمى بعد الإستعمال أثناء المناولة اليدوية يقل التلوث إلى أقل حد ممكن.

والبكتيريا الممرضة لاتنمو فى وسط حمضى والتلوث أثناء خطوة الخلط يمكن ضبطه بتعديل جهد إلى ٤,٥ أو أقل. وإذا لم يكن هذا عملياً، فالوصفات formulation يمكن إختبارها والوصفة تُتبع بدقة بعد ذلك.

وعبوات ضد العبث أو عبوات العبث بها واضح يمكن إستخدامها كإحتياط ضد العبث وإحتمال التلوث. ومجازفة سوء الإستخدام بواسطة المستهلك يمكن أن تقلل إلى أقل حد ممكن بوضع رواشم تعطى تعليمات عن التخزين بعد الشراء.

ويمكن أن تُركب مكتشفات المعادن على الخط لإكتشاف الإشياء المعدنية فى الغذاء.

والنواتج النهائية يمكن أن يُجرَى عليها إختبارات للكائنات الدقيقة لتحديد وجود كائنات دقيقة معينة.

(و) ممارسات التصنيع الجيد

good manufacturing practices

فى تحضير السلطة يوجد نقط مراقبة عديدة ولكنها ليست نقط مراقبة حرجة. وهذه النقط يمكن مراقبتها/ضبطها بتنفيذ ممارسات التصنيع الجيد. والفحص والتخزين للمواد الخام ضرورى لمراقبة/ضبط جودة المكونات الداخلة. وتنظيف الأجهزة ومنطقة تحضير الغذاء يجب أن تراقب عن قرب. ويجب إستخدام مطهرات غذائية لتنظيف الأجهزة والمواعين التى تتصل بالغذاء. ويجب إستخدام القفازات التى ترمى أثناء عمليات المناولة اليدوية لتجنب أى تلوث للأغذية من الأيدى.

ويجب أن تطور بروجرامات تدريب فى أمان الأغذية والتصحاح وتشمل مقررات قصيرة short courses وورش عمل وكتيبات تدريب تطور للتعليم المستمر لكل الموظفين فى مؤسسات إنتاج الأغذية وتقديم الأغذية.

ويجب عمل بروجرام صيانة مانع للمكن بمافيه المبردات لمنع تعطل breakdown أجزاء المكن بحيث يضمن عملية مستمرة. ويجب أن تزال كل منتجات الأغذية وحاوياتها من المكان أثناء الصيانة، ولايبتدىء الإنتاج إلا عندما يتم غسيل المكن/يصحح ويعاد إلى حالته الشغالة المناسبة.

وكل منتجات الأغذية يجب أن يكون لها رمز دُفْعَة أو رقم الدفعة lot ليمكن تَتَبُّعها. ويجب توفير معلومات مثل عمر الرف وظروف التخزين على روشم لمنع سوء الإستخدام بواسطة المستهلك. فتستخدم رواشم مثل "إحْتَفِظ"، "أرْفُض"، "مُررِّ" و "حَجْز" مع تخصيص أماكن تخزين منفصلة لكل منها يمنع الشحن غير المقصود للبضاعة غير تلك المخصصة لغرض الشحن والبيع.

وممارسات التصنيع الجيد يجب أن تشمل تحقيق منتظم لتسهيلات الإنتاج والإجراءات وطرق الإختبار. وتقارير التحقيق audit يجب إستعمالها كأساس لتحسين الجودة فى المصنع.

(Perera and De Silva)

نيكل nickel

النيكل له وزن ذرى ٥٨,٦٩ يوجد فى الجسم منه ١-٢ مجم فقط وإحتياجه ربما كان ١٠٠ ميكروجرام وربما أقل (٣٧ ميكروجرام). ومصادره المكسرات والبقول والسكر والحبوب والشيكولاتة. وعلامات الحرمان من النيكل تشمل نقص فى النمو وفى التكاثر reproductive وتركيز جلوكوز البلازما كما يؤثر على توزيع وعمل مغذيات أخرى بما فيها الكالسيوم والحديد والخارصين والسيانوكوبالامين cyanocobalamin وطبيعة وشدة الحرمان من النيكل تتأثر بتكوين الغذاء.

وقد وجد أن أيون نك$^{2+}$ Ni^{2+} مكون للإنزيم يورياز الذى يوجد فى كثير من النباتات. ويعمل النيكل كمعدن أكسدة redox فى عدة أنواع من الإنزيمات وفى الأيدروجين الهوائى والبكتيريا اللاهوائية.

وفى الفئران الإستجابة لتغيرات النيكل الغذائى وجد أنها تحسنت بالمأخوذ الغذائى المرتفع لأحماض دهنية فردية السلسلة واقترح أن النيكل متعلق بإنتاج مادة مطلوبة للسيانوكوبالامين لكى يتم أيضه وعلى ذلك فالنيكل - كما أقترح - متعلق بتفاعل يحتاج إليه لتكوين د-ميثيل مالونايل قر أ D-methylmalonyl CoA والذى يعمل عليه إنزيم يعتمد على السيانوكوبالامين وهو إنزيم ميوتازميثيل مالونايل قر أ. وإذا كان هذا صحيحاً فإن الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة والأحماض الدهنية فردية السلسلة تتأثر وبذا يحتاج الأمر للنيكل لأن هذه المواد تؤيض إلى حمض بروبيونيك وهو سلف لـ ميثيل مالونايل قر أ.

الهدرجة

يستخدم النيكل فى هدرجة الزيوت كعامل حفاز. تحضير العامل الحفاز: كل المعادن ذات العدد العالى من البروتونات وعدد وحجم ذرى منخفض تصلح كحفازات وهى أساساً الكروم والنيكل والنحاس وأعضاء مجموعة البلاتين ويمكن إستخدامها كمعادن غير متبلرة amorphous أو تتصل بحامل. ويستخدم النيكل كثيراً على حامل أساساً أرضى دياتومية - كيسلجور - ولإنتاج الحفاز يرسب نك(أيد)٢ من محلول ملح النيكل على الحامل ثم يرشح ويجفف ويختزل بالأيدروجين على ٣٥ - ٥٠°م وعادة يباع مغطى بدهن مجمد. وسطح النيكل حوالى ١٠٠م^{2}/جم مكوناً حفازاً جيداً من بلورات مكعبة ليس لها أكثر من ١٠ ذرات. وعادة يعاد إستخدامه ويضاف إليه حفاز جديد وبذا يضمن جودة الناتج والحفاز المستخدم يعاد إستعماله والدهن الممتز adsorbed يغسل بهكسان ويذاب النيكل بواسطة أحماض معدنية أو خلال معقدات الأمونيا ويستخدم فى إنتاج حفازات. أما الكيسلجور المتبقى فيرمى. ويعامل الزيت فى جهاز الهدرجة مع النيكل كحفاز على درجة حرارة عالية مع التقليب الشديد مع مرور تيار من فقاعات الأيدروجين فينتج أن الأيدروجين يدخل فى بعض الروابط المزدوجة. وحوالى ٠,٠١٪ حفاز على ٢٠٠°م مطلوبة لتصنيع أساس المرجرين.

السمية toxicity

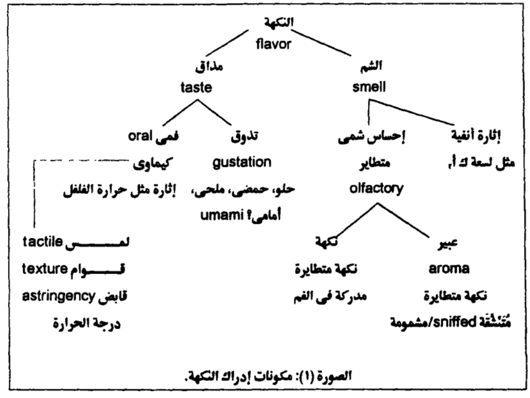
النيكل يتعرض له الناس من الصناعة وليس كمكون غذائى أو شوائب وتركيزه بجانب المصانع أقل من

١ ميكروجرام/متر٣ وهذا لايعتبر خطراً على الناس. ولكن العمال المعرضين للنيكل في الصناعة مثل الصلب غير القابل للصدأ وإنتاج سبائك النيكل والدهان الكهربي والبطاريات وإنتاج النقود المعدنية معرضين لتأثر الجهاز التنفسي أو زوائد أنفية nasal neoplasme. والتعرض لتركيزات أعلا من ١ مجم/متر٣ ترتبط بإنتاج أورام في الرئة والأنف. (Macrae)

نكه

النكهة **flavor**

إقرأ: المذاق (ذ: ٢٧-٣٧) والرائحة (ر: ٦٨-٧٦).
هناك أربعة أنواع من الإحساسات تشترك لإنتاج إنطباعات النكهة كما هو ظاهر في الصورة (١).



الصورة (١): مكونات إدراك النكهة.

فبجانب إحساسات المذاق والشم /الرائحة نعْرف الآن أن الإحساسات المثارة كيماوياً في الفم والأنف تشمل ما هو حريف pungent ومثير irritative /مهيج وأحياناً مؤلم عن طريق الأعصاب الثلاثية trigeminal nerves. ففي الفم فإن النظام الثلاثي trigeminal يتميز عن صفات التذوق التقليدية: الحلو والحمضي والملحي والمر ويتوسط/يوصل الإحساسات باللسعة bite من الفلفل الساخن والإحساسات الساحبة drawing أو المجففة من المواد القابضة astringent وفي

الممرات الأنفية للعصب الثلاثي trigeminal نظام حسي كيماوي هام يمد إحساسات مثل لسعة ثاني أكسيد الكربون في مختلف المشروبات وحرافة الخردل الساخن وإحساسات أخرى تأتي من التوابل. وعلى ذلك فالمذاق في الفم يفصل إلى التذوق الأصلي للمذاقات الأساسية الأربعة والإحساسات اللمسية-المثيرة tactile-irritative من العصب الثلاثي. وفي الأنف فإن حاسة الشم يمكن كذلك تقسيمها إلى حاسة شمية olfactory معطية إحساسات شمية من مركبات عضوية متطايرة في الأغذية والحس الثلاثي الأنفي مضيفاً الإحساسات اللمسية والمثيرة أو المؤلمة قليلاً الموجودة على مستويات مختلفة في الأغذية والمشروبات.

وبالنسبة للشخص العام المذاق لايخص الإحساسات التذوقية الفمية أو حتى الإحساسات الكيماوية عامة. ويعضد هذا الإرتباك معلم تشريحي لرأس الإنسان تسمح للنكهات المتطايرة للوصول إلى الأنف عن طريق ممر خلفي من الفم خلال البلعوم الأنفي nasopharynx وإلى داخل الأنف في الإتجاه الذي يأخذه الهواء أثناء الزفير العادي. وهذا مايسمى التنشيط الأنفي الخلفي retronasal والذي يخلق وَهْمَاً ممتعاً. فكثير من الشم/الروائح في الأغذية يبدو أنها تذاق في الفم. فمثلاً المذاق الواقعي لليمون الأضاليا lemon معظمه حمضي مع قليل من المرارة. ومع ذلك فإننا عندما نقضم في ليمونة أضاليا فإن بعضاً من ميزة عبير الليمون الأضاليا المتطايرة تمر إلى الفم ثم خلال الممر الأنفي الخلفي إلى الأجهزة الشمية olfactory. وبذا فإن هناك مذاق ليمون أضاليا (من تربينات مثل السترال) والتي هي في الواقع من حاسة الشم الأنفية الخلفية. والوَهْم واضح عندما يسمون تسمية هذا الإحساس كمذاق taste. فحاسة الشم الأنفية الخلفية retronasal يسهل بيانها فعند الضغط على المنخرين بحيث يقفلا مُصّ مشروب مثل عصير فاكهة ولاحظ الإحساس بالمذاق البسيط (حلو وحمضي غالباً). بعد ذلك أطلق المنخارين والإحساس الشمي الأنفي الخلفي يبدو في حوالي ثانية عندما تُدَوّم مواد الفاكهة المتطايرة إلى الأنف. والفعل البسيط من الضغط على الأنف هو طريقة ذات كفاءة لمنع الدّوّامات والتيارات التي تعطي الشم الأنفي الخلفي ووهم المذاق.

والمشكلة الكبيرة في دراسة إحساسات المذاق والشم هي إنها أنظمة ضوضائية وهذا يظهر في عتبات الإختلاف difference thresholds والتي يمكن تعريفها بأنها "الكمية التي يجب أن يزاد بها تركيز المنشط من خط الأساس قبل أن يتمكن شخص من تقرير (بصحة) أن شدتها الشخصية زادت". وعتبات الإختلاف للمذاق أكبر بكثير من مثيلاتها في الرؤيا أو السمع بمقدار ١٥ - ٢٥٪. بمعنى آخر فإن كمية السكر في المشروب يجب زيادتها بمقدار الربع عن المستوى الحالي قبل أن يتمكن معظم الناس من معرفة فرق التغيير. وفي الشم olfaction فهذه المقدرة على معرفة تغيرات الشدة هي أفقر كثيراً ففي كثير من الأحيان فإن تركيز المنشط يجب أن يزاد عدة مئات من المرات (تضاعف أو تثلث) ليمكن تحديدها بالضبط. وهذه

الطبيعة الضوضائية للإحساسات الكيماوية تجعل بحوث المذاق والشم عرضة لصعوبات فى الطرق وتبين الحاجة إلى ضوابط تجريبية. وبالرغم عن ذلك فقد تُقَصِر الإحساسات الكيماوية عن توفير معلومات كمية عن الشدة فهى يمكنها تعويض ذلك بإعطاء إختلافات وصفية غنية للنكهات.

المذاق

الكيمياء وصفات المذاق

chemistry and taste qualities

أقْتُرِح أن زوجاً من الروابط الأيدروجينية المكملة والتى تبعد عن بعضها مسافة ٣أ° 3 A يمكن أن تَشْرَح التفاعلات interactions (التداخلات) بين الجزيئات الحلوة ومُسْتَقْبِلات الحلاوة sweet receptors. وتسمى نظرية أيد،ب AH,B theory وفيها ذرات أيد AH atoms تتكون من معطى أيدروجين يلتصق بموقع كهربى سالب مكمل على المُسْتَقْبِل، وأن ذرة ب B atom تتكون من موقع كهربى سالب يجذب أيدروجيناً أيد المقابل من المُسْتَقْبِل receptor. وقد مدت نظرية أيد ،ب AH, B لتشمل موقع أيدرو كاره-ليبو محب hydrophobic-lipophilic site والذى يكون مثلثاً مع مواقع أيد، ب AH,B. ويعطى الموقع الثالث بعض إعتبارات الربط الإضافية ويشرح أكثر الإختلاف فى الحلاوة النسبية للجزيئات المختلفة ويُعْتَقَد أن هناك أنواعاً من مستقبلات متعددة بكل منها آلية أيد، ب AH,B تعمل فى كل.

وبالنسبة للمرارة bitterness فإن بعض الأحماض الأمينية حلوة فى صورة د D configuration ومُرَّة فى صورة ل L configuration (اللوسين والفينيل الانين). وكثير من الجزيئات الحلوة تتحول إلى مرة بإستبدالات بسيطة مثل السكارين sacharin ويعتقد أن هذه الإستبدالات تعَطِّل disrupt مجموعاتها الوظيفية أيد، ب. ومعظم المركبات المرة محبة للدهن وكثير منها يحتوى روابط ن يد٢، كب-كب أو كب=ك. والمركبات مثل فينيل ثيوريا phenylthiourea وبها مجموعة ن-ك=كب مُرَّة جداً لبعض الأشخاص ولكن ليس لآخرين. والحساسية للفينيل ثيوريا يبدو أنها موروثة بينما الحساسية لمركبات مرة أخرى إما متصلة إتصالاً ضعيفاً جداً أو غير متصلة تماماً مع الحساسية للفينيل ثيوريا. وإستقلال هذه الآلية عن مستقبلات المرارة الأخرى يظهر فى دراسات تقاطع-تعود cross-adaptation studies وفيها يُتْعَب اللسان إنتقائياً لأحد المركبات ثم ينشط بمركب آخر. فالمعاملة بالفينيل ثيوريا تترك الإستجابة للكينين quinine غير متأثرة والعكس بالعكس مما يوحى بآليات مُسْتَقْبِلة مختلفة.

والخواص العامة بين المواد الملحية والحمضية سهلة التوصيف فالمواد المُزَّة sour حمضية acidic وتعطى أيونات أيدروجين للربط الكهربى الساكن electrostatic ولكن يَتَعَقَد الموقف بتأثير الأيونات السالبة فليس كل الأحماض متساوية الحموضة عند نفس جيد. فالمَزَازَة تترابط correlated مع حموضة التنقيط إلى جيد حوالى ٤. وهذا أدى إلى إقتراح أن الحموضة تتصل بمقدرة المُسْتَقْبِلات لتنقيط البروتونات بعيداً عن الأحماض العضوية. وعند بعض قيم جيد حمض الخليك له إحتياطى من البروتونات تستطيع

إنحلالاً/تفككاً بعد ذلك بالنسبة إلى يد كل الأكثر إنحلالاً. وبإعتبار المواد البروتينية والكربوايدراتية التى تكون الأسطح المعرضة للنسيج الظهارى فليس من غير المعقول التفكير فى الفم كحوض كبير huge sink لأيونات الأيدروجين. وبعض الأحماض العضوية ذات الأيونات السالبة الكبيرة تظهر مقدرة متناقصة تقترح أن بعض الأيونات السالبة قد تكون مثبطة ربما خلال المساهمة بمذاقات من ناحيتها والتى تعمل كمنشطات حَاجِبَة.

والملوحة تنتج من التنشيط بواسطة أملاح عضوية أو غير عضوية لليثيوم أو الصوديوم أو البوتاسيوم. وعموماً فإنه كلما صغر الأيون السالب والأيون الموجب كلما سادت الملوحة على المذاقات الأخرى. وكلما كبرت الأيونات السالبة والموجبة كلما سادت المذاقات الأخرى خاصة المرارة. وعلى ذلك فكلوريد الليثيوم ملحى فقط أما كلوريد البوتاسيوم فملحى ومر بينما يوديد السيزيوم مر فقط. ويعتقد أن تفاعل الربط كولومبى أو كهربى ساكن. بجانب أن عواملاً أخرى مثل تميؤ الأيون الموجب وإمكان إستقطابه وتبادل تفاعل interaction المساحات المشحونة مثل مجموعات الفوسفات على أغشية المستقبل مع غلاف التميؤ shell of hydration والتأثيرات المثبطة الممكنة للأيون السالب، كل هذه تلعب دوراً. وإستخدام الأميلورايد amyloride وهو مركب يثبط دفق الصوديوم خلال ظهار اللسان يسبب نقصاً ملحوظاً فى الإستجابة للأملاح. وللدهشة فإنه أيضاً يثبط إستقبال بعض المحليات مما يجعل التفكير فى أن كلاً من مستقبلات الملح والحلو تشترك فى آلية واحدة تعتمد على قنوات نقل الصوديوم.

الرائحة

خلايا المُسْتَقْبِل تستجيب لعدد من الروائح odorants فكل خلية مستقبل لها ميل لعدد من حاملات الروائح وبالعكس فحاملات الروائح تتداخل فى مجموع المستقبلات التى تنشطها. وخلية واحدة تنتج أنمطة زمنية للإستجابة لحاملات روائح مختلفة.

وشىء يدعو للدهشة أن فى مخاليط المذاق– الرائحة البسيطة فإن المذاق والرائحة لاتتفاعل – أو تتفاعل قليلاً جداً – فلايوجد أى تآزر أو تثبيط.

وبجانب الإحساس الجلدى للمس touch والضغط pressure والألم pain والحرارة heat والبرودة cold فإن ألياف العصب الثلاثى trigeminal تستجيب للمنشط الكيماوى وتساهم فى إستقبال نكهات الأغذية. فبعض إحساسات النكهة التى يتوسط فيها مستقبلات العصب الثلاثى تشمل: إثارة الأنف بواسطة ك أ، وإحساسات الأنف والأنف البلعومى من فجل الخيل ومركبات الخردل مثل مشابهات الثيوسيانات وجفاف الإحساس بالإنقباض فى الفم من مركبات مثل التانينات وعديد الفينولات الأخرى فى الفواكه والأنبذة والإحساسات القوية المثيرة الأخرى من التوابل مثل الفلفل الأحمر والأسود. وكذلك مثلها الميثانول والإيثانول وكثير من المركبات المشتقة من التوابل مثل المُهَيِّجَات irritants فى الزنجبيل.

كما أن دراسات أفرع العصب الثلاثى trigeminal الأنفية فإن كثيراً من حاملات الروائح غير المثيرة مثل فينيل إيثانول وهو رائحة الورد وعبير القهوة يمكن أن تنشط العصب الثلاثى أحياناً عند تركيزات أكثر إنخفاضاً عن عتبة الإستجابة الشمية olfactory. وعلى ذلك فربما كان هناك مكون عصب ثلاثى فى كثير من النكهات بجانب الإحساسات الأخرى الحريفة أو المؤلمة أو المثيرة/المهيجة. والحليمات فطرية الشكل fungiform papilla تعتبر عضواً متخصصاً للتذوق gustation فإنه يمكن إعتبارها أيضاً عضواً متخصصاً للمس أو الإحساس الكيماوى المثير. وهذا يتفق مع الإحساس الحاد لطرف اللسان - والذى هو كثيف فى الحليمات فطرية الشكل - لمركبات الفلفل. (Hui)

وعلى ذلك فنكهة محلول مائى تشمل: ١- إحساسات المذاق من حلو وحمضى ومر وملحى ويضيف البعض الأمامى umami وهذه يُشعَر بها فى اللسان وتنشأ عن مواد غير متطايرة توجد بكميات كبيرة. ٢- الرائحة أو العبير ويشعر بها فى الأنف وتنتج عن أبخرة مكونات طيارة وكثير منها يوجد فقط بكميات صغيرة جداً.

مركبات النكهة flavour compounds

التركيب وخصائص النكهة
structure and flavor characteristics

يُنشِط الغذاء إحساسات الشم والمذاق واللمس. والتمييز الموضوعى subjective وتأويل هذه المنشطات characterization وخاصة إرتباط إحساسات الشم والمذاق يعبر عنها بالنكهة كما أنها تسمى إحساسات كيماوية لأنها تنشط بواسطة جزيئات مُعَرَفَة جيداً. ودور النكهات حرج لأنها تضبط التعرف على وإختفاء وتقبل الأغذية وتؤثر على الهضم بتنشيط الجهاز الهضمى. وهناك حوالى ٦٠٠٠ مادة كيماوية طيارة مسئولة عن النكهة وتأثير هذه المركبات يختلف. وكثير من هذه المركبات - ذات قيم العتبات المنخفضة - لازالت الأنف أحسن محدد/مِجَسْ detector فى حين أن كثيراً من المنتجات التى يمكن شمها لايمكن تحديدها باستخدام الآلات.

التقسيم classification

لاتعزى النكهة لمركب واحد بل عادة لعدة مكونات توجد فى تركيزات آثار وهناك حالات معروفة حيث النكهة الطبيعية يؤثر عليها مادة واحدة مثل البنزالدهايد فى اللوز والسينالدهايد cinaldehyde فى القرفة والفانيلين فى (Bourbon vanilla) واليوجينول eugenol فى القرنفل والمالتول فى النتيشة. ومعظم مواد النكهة فى الأغذية تتكون من ٣٠٠ - ٥٠٠ مكون ولكن مدى تأثير هذه المواد الطيارة على النكهة الكلية يتوقف على شدتها potency وتركيزها. فشدة وصفة النكهة لاتتحدد بالمكونات الموجودة بأعلا نسب فالقهوة تحتوى آلافاً من المكونات ولكن أقل من ١٠٠ من بين السبعمائة التى تم التعرف عليها لها تعبير شمى olfactory حقيقى.

خصائص الإحساس لمجموعات من المركبات sensory characteristics of groups of compounds

المركبات المسئولة عن المذاق هى جزء من نظام النكهة غير الطيارة والتى تؤثر على براعم المذاق فى اللسان أو أى جزء آخر من الفم الداخلى. وهناك أربعة مذاقات: الملحى والحلو والمر والحمضى وإن كان هناك إقتراحات بوجود أخرى مثل الأمامى umami.

أما المركبات المسئولة عن الشم أو الرائحة فهى طيارة وصلت مع تيار الهواء إلى التجويف الأنفى الأعلا.

وإسترات الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية والكحولات الأليفاتية لها نكهات عامة tonalities فاكهية وبالأخص خلات الأيزوأمايل (١) isoamyl acetate لها نكهة الموز فى حين أن كابروات الألايل (٢) allyl caproate تذكر بالأناناس. وأيزوفاليرات الإيثايل (٣) ethylisovalerate لها مايذكر بقمام المناقع/أويسة crauberry والآس blueberry والجاكية jackfruit.

خلات الأيزوأمايل (١)

كابروات الألايل (٢)

أيزوفاليرات الإيثايل (٣)

وتعطى جداول (١ ، ٢) التربينات الأحادية والكحولات الأليفاتية والبيرازينات pyrazines بالتتابع. والأرقام التى بين القوسين هى الأجراء فى المليون التى قُدِرَت عليها ووُصِفَتْ. ولكل مركب أعطت أرقامه جمعية منتجى النكهة والمستخلصات (ج.ن.ن.خ) Flavor & Extract Manufacturers Association (FEMA) وهى عادة تعتبر مأمونة (ع.ع.أ) generally recognized as safe (GRAS).

والنكهة العامة tonality لمركب النكهة يتوقف على تركيزه ومساهمة مركب معين للنكهة إلى النكهة الكلية يعبر عنه بما يسمى بوحدة الرائحة unit odor أو قيمة النكهة flavor value وهى نسبة التركيز إلى عتبة التحديد/الإستبيان detection threshold.

طرق الإنتاج production methods

لإنتاج مركبات النكهة تستخدم طرق فيزيقية أو كيموحيوية أو بيولوجية أو زراعية إما وحيدة أو بإرتباط تقنيتين أو أكثر.

عزل النكهات الطبيعية isolation of natural flavors: تقنيات العزل الخمس الرئيسية هى بالترتيب التنازلى لأهميتها: ١- التقطير. ٢- الإستخلاص. ٣- الضغط. ٤- الترشيح. ٥- الكروماتوجرافيا (الجدول ٣). ويُتَطَلَّب أحياناً ضبط رقم جهـ. وبجانب جودة المواد الخام تتأثر الخواص العضوية الحسية للنكهات الناتجة بتقنيات العزل.

جدول (١): التربينات الأحادية وخواصها العضوية الحسية (منتقاه).

التركيب	الإسم (أجزاء فى المليون)	الخواص العضوية الحسية	رقم المراجع ج.ن.ن.خ ، ع.ع.أ
	ميرسين (٥)	أخضر، زهرى، طازج، خشبى، فاكهى	٢٧٦٢
	أوسيمين (١٥)	فاكهى، خشبى، زهرى، موالح، حلو	٣٥٣٩
يد	(+) ليمونين (١٥)	فاكهى، موالح، طازج، حلو	٢٦٣٣
	تربينولين (٥)	خشبى، حلو، راتنجى، كافورى، أرضى	٣٠٤٦
	α-بينين (٣)	خشبى، توابلى، راتنجى، أرضى	٢٩٠٢
	٣Δ-كارين (١٥)	خشبى، توابلى، أخضر، حلو	

جدول (٢): البيرازينات وخواصها العضوية الحسية (منتقاه).

التركيب	الإسم (أجزاء فى المليون)	الخواص العضوية الحسية	رقم المراجع ج.ن.ن.خ ، ع.ع.أ
	بيرازين أسيتايل (٢)	حبوب محمصة، كارامل، بندق، فشار	٣١٢٦
	بيرازين-٢-ميثيل-٣-إيثيل (٤)	محروق، نُقلى nutty، قهوة	٣١٥٥
	بيرازين-٢،٣-ثنائى الإيثايل (٣)	أخضر، أرضى، محروق، قهوة، نُقلى	٣١٣٦
	بيرازين-٢،٥-ثنائى الميثايل،٣-إيثايل (٢)	محروق، بندق، قهوة، كاكاو، يعزز الخاصية الخشبية الخضراء	٣١٤٩
	بيرازين-٢-ميثوكسى-٣-ميثايل (٣)	أرضى، أخضر، حبوب محمصة، نُقلى	٣١٨٣

إنتاج نكهات مماثلة للطبيعة production of nature-identical flavors: وهى مخاليط من مواد منكهة مماثلة للطبيعة ولكنها مخلقة synthetic وتصنع من مواد نباتية أو بتروكيماوية. وبالتعريف تماثل كيماوياً المواد الموجودة فى الأغذية الطبيعية والعشب والبقول والزيوت الطيارة. ولايجب أن تحتوى مواداً منكهة لايوجد لها مقابل فى الطبيعة. وتستخدم المواد التى عادة تعتبر مأمونة ع.ع.أ GRAS ولستتها تحوى حوالى ٢٠٠٠ مادة.

جدول (٣): تقنية العزل والجهاز وإستخدامها فى إنتاج أنواع النكهة.

التقنية	الأجهزة	الخاصية الفيزيقية المستخدمة	التطبيق على الإنتاج
التقطير			
- التقطير	مقطر مع مبخر ومكثف.	تطاير النكهات.	
- التقطير الجزئى	مقطر مع مبخر، وعمود مجزئ (١-عدة أمتار) كثيراً مع مكثف معبئ.	التطاير، الفرق فى درجة غليان المركبات.	زيوت موالح مَطْويَة folded (التركيز بإزالة التربينات الوحيدة).
- التقطير مع إستخدام مكثف عالى الأداء	وحدات إسترجاع.	إنخفاض نقطة غليان النكهة.	مواد طيارة من تركيز الطماطم، عصير التفاح، الفواكه الحمراء، الفواكه الإستوائية، الموالح (أسنس، زيوت ← نظام إعادة الإضافة).
- تقطير الفلم الرفيع	مبخر الفلم النازل مع أو من غير الأنصال الدائرة.	خفض درجة حرارة تبخر سائل فلم رفيع مقابل كتل بالحجم bulky mass.	تقطير المواد الطيارة من متبقى أو مواد تغلى على درجة حرارة عالية.
- التقطير الجزيئى	كما أعلا ولكن مع فراغ منخفض جداً (≤٠,٠١ تور) ومكثف قريب من مبخر.	تقطير تحت نقطة الغليان فى أجهزة مناسبة وعند درجة حرارة معينة/ وضغط؛(طريق حر متوسط mean free path).	تقطير المواد الطيارة من المتبقى أو مواد عالية نقطة الغليان تحت ظروف معتدلة mild.
- التقطير البخارى	مقطر مع مكثف وفاصل لطورين (+ مدخل بخار).	تقطير غليان مخلوط غير مختلط أقل من نقطة غليان أقل مكون يغلى.	زيوت طيارة، مثلاً من أزهار، نباتات عطرية وتوابل.
- إنتشار مائى	وعاء مع مواد تحفظ أفقياً والبخار يدخل من أعلا ثم	تطاير المركبات بالبخار.	زيوت البذور

تابع: جدول (٣)

التقنية	الأجهزة	الخاصية الفيزيقية المستخدمة	التطبيق على الإنتاج
الإستخلاص			
- الإستخلاص بمواد غير قطبية والتركيز		تطاير المواد الطيارة وبعض المواد غير الطيارة (الشموع).	الأزهار وبعض النباتات (الورد، الياسمين، مسك الروم tuberose، نرجس أسلى junquil).
- إستخلاص لنضيح النبات بواسطة الميثانول أو الإيثانول أو التوليوين		الذوبان.	مواد راتنجية زيتية oleoresinous مثل الفلفل الجنجر والفانيليا وبلسم الكوبايا وراتنج طحلب البلوط oakmoss وراتنج جَلْبَانُوم galbanum resinoid.
- إستخلاص بالإيثانول، تركيز	مستخلص [أ]، مرشح، مبخر.	إختلافات الذوبان فى الإيثانول بين المواد الطيارة والشموع.	أزهار ومطلق النبات (ورد، ياسمين، مسك الروم tuberose، ونرجس أسلى junquil).
- إستخلاص بثانى أكسيد الكربون فوق الحرج	أجهزة الضغط العالى.	الذوبان المتخصص فى ثانى أكسيد الكربون فوق الحرج للمركبات كدالة لدرجة الحرارة والضغط.	مختلف التوابل، وزيت حشيشة الدينار.
- إستخلاص سائل- سائل	مذيب فى إتجاه معاكس، عمود إستخلاص، نظام مذيب: بنتان/ايثانول- ماء.	معامل التجزئة المختلف لأيدروكربونات تربين والمركبات المؤكسجنة (نكهات) فى طَوْرَى المذيب.	زيوت موالح مزالة التربينات.

أ: أحياناً تكون مجهزة بهزاز فوق صوت ultrasonic vibrator.

تابع: جدول (٣)

التقنية	الأجهزة	الخاصية الفيريقية المستخدمة	التطبيق على الإنتاج
الضغط والترشيح والكروماتوجرافيا			
- الضغط	مختلف أنواع الضاغطات.	الهدم الميكانيكى للخلايا وغدد الزيت.	العصائر وزيوت قشر الموالح المستخلصة على البارد.
- الترشيح الميكانيكى	منخل.	الفصل الميكانيكى تبعاً لحجم الجسيم.	إزالة المواد الصلبة من السوائل (← عصائر رائقة) و/أو جمع المواد المتبلرة.
- الترشيح فائق الدقة	أغشية مرشحات (حجم الثغور ١٠ – ١٠٠٠أ° Å).	الفصل تبعاً لحجم الجزىء و/أو التجمعات الجزيئية.	فصل البروتينات، مواد الخلية من مواد كيماوية منخفضة الوزن الجزيئى، ترويق عصير الفاكهة.
- كروماتوجرافيا الغاز	كروماتوجرافيا الغاز الآلية للتحضير.	الإختلافات فى الخواص المترابطة colligative.	عزل وتنقية مركبات النكهة الطيارة الغالية.
- كروماتوجرافيا السائل عالية الأداء (ك.س.ع.أ)	جهاز تحضير(ك.س.ع.أ).	الفرق فى القطبية و/أو معامل التجزئة.	عزل وتنقية مركبات النكهة غير الطيارة الغالية.
- كروماتوجرافيا العمود	أعمدة كبيرة مملوءة بالطور الثابت، سوائل مختلفة.	القطبية. معامل التجزئة، الشحنة...الخ.	أساساً للنكهات الغالية من تفاعلات مائية/أنهار الإهدار.

تخليق المركبات العضوية كنكهات
synthesis of organic compounds as flavors

التخليق الكيماوى المضبوط controlled chemical synthesis: النكهات المخلقة تتفوق بناء على جودتها الثابتة، السعر المناسب/نسبة الأداء، وجودها الدائم وسميتها غير المشكوك فيها. ومنها الفانيليا، المنتول، البنزالدهايد، الأسيتالدهايد، سينامالدهايد، وساليسلات الميثايل والمالتول.

التحول بإستخدام أنظمة بيولوجية حية transformations using living biological systems: تلعب الكائنات الدقيقة دوراً مهماً جداً فى إنتاج النكهات فى الأغذية (بكتيريا وخميرة وفطر) فالخميرة مسئولة عن إنتاج مركبات النكهة

فى النبيذ والبيرة والخبز. أما نكهات الجبن والزبادى فينتجها بكتيريا وفطر والتغيرات عادة تسمى تخمرات (الجدول ٤).

جدول (٤): الكائنات الدقيقة الحية المستخدمة فى التحول البيولوجى/التخليق الحيوى.

الكائن	نوع التفاعل	السلف/ أو مصدر الكربون	مركب النكهة	الوصف الحسى
بكتيريا				
Acetobacter sp	الأكسدة	إيثانول	حمض خليك	خل
Corynebactenum sp.		كربوايدرات	جلوتامات أحادى الصوديوم	معززات المذاق
Clostridium butyricum		جلوكوز	حمض بيوتريك	الجبن ومنتجات الألبان
الخمائر				
Candida lipolytica أو *Sporobolomyces odorus*	التكسير التأكسدى	حمض ريسينولييك	γ-ديكالاكتون	الخوخ
الفطر				
Penicillium roquefortii	الحلمأة، β-أكسدة وإزالة الكربوكسيل	ثلاثى جليسريدات الأحماض الدهنية	كيتونات ميثايل الكايل	الجبن الأزرق
Ceratocystis monoliformis		دكستروز وبوريا	أسترات	فاكهى وموز
Aspergillus niger		قصب السكر	حمض سيتريك	حمضى

تخليق يشتمل على تحضيرات إنزيمية معزولة synthesis involving isolated enzyme preparations

تستخدم الإنزيمات لأنها إنتقالية أو معزولة أو منتقاه جزئياً لإنتاج مركبات النكهة من أسلاف مناسبة (الجدول ٥).

طرقة فهم تفاعل النكهة the reaction flavor approach: المعاملة الحرارية للأغذية مثل الطبخ ، والشوى والتحميص والخبيز تعطى نكهات معينة وهذه النكهات يمكن إنتاجها بهذه الطرق والتى تشمل تسخين خليط من أسلاف مناسبة فى باثق extruder (تفاعل مستمر عالى درجة الحرارة قصير المدة) ومنها المحمص والمشوى البقرى والدواجن والخبز والحبوب والكاكاو والقيقب والخضروات. وتتكسر الكربوايدرات والبروتينات والأحماض الأمينية الحرة والدهون وتحول إلى مركبات نكهة تحتوى الأكسجين والنتروجين والكبريت فى مركبات غير متجانسة حلقية ذات أعضاء خمس أو ست مع α-ثنائى الكيتونات

والألدهيدات. ومنها التفاعل عند التسخين مابين السكريات والأحماض الأمينية (الناتجة من حلمأة البروتينات) بجانب مكونات أخرى مثل النيوكليوتيدات والفوسفوليبيدات والدهون تعرف بإسم نكهات من نوع المايارد Maillard-type. والسستئين والميثونين ضرورية لإنتاج نكهة اللحم بينما البرولين يلعب دوراً هاماً فى تكوين نكهات الخبز والحبوب ولذا يجب ضبط طبيعة ونسبة الأحماض الأمينية والسكريات قبل تسخينها معا.

جدول (٥): إستخدامات الإنزيمات فى صناعة النكهة.

الإنزيم	نوع التفاعل	التطبيق
α-أميلاز + جلوكوأميلاز	حلمأة	شراب ذرة (دكستروز) من نشا الذرة.
أزومارين د-جلوكوز	تشابه	سكريات غنية فى الفركتوز (سكر محول من شراب الذرة).
الليبازات (استرازات)	حلمأة الأسترات	زبد محلماً وأحماض دهنية حرة من الجليسريدات الثلاثية وتخليق الأسترات من الكحولات وأحماض الكربوكسيليك.
بروتيوزات	حلمأة البروتين والببتيدات	بروتينات نباتية وحيوانية محلمأة. جبن محور بالإنزيمات ونكهات جبن (من خلال تكسير الكيزين) وإزالة مرارة نكهات الجبن.
بكتيناز	حلمأة	ترويق عصائر الفاكهة.

كبسلة النكهة flavor encapsulation

تستخدم عمليات الكبسلة لإصطياد النكهات السائلة فى شبكة حامل للحصول على مواد مساحيق. وأهم تقنيات الكبسلة هى التجفيف بالرشاش والبثق والإحتواء الجزيئى molecular inclusion والكبسلة الدقيقة micro-encapsulation (الكبسلة متعاونة التأييد coacervative encapsulation). وتؤدى هذه الطرق إلى منتجات تختلف فى حجم الجسيم وحِمْل النكهة والثبات الكيماوى والإسترطاب hygroscopicity وخواص إطلاق النكهة. ويعتبر التجفيف بالرش أنسب الطرق. والكبسلة الدقيقة غالية جداً بينما تقنية الإحتواء الجزيئى molecular inclusion بإستخدام β-دكسترينات حلقية β-cyclodextrins يقدم فى السوق الآن كنتيجة لخفض سعر β-دكسترين حلقى (وهو المكبسل المفضل وقُرْب قبوله فى الولايات المتحدة كمادة مضافة). والبثق المنصهر melt extrusion تحت ضغط لصهر كربوايدرات ذات رطوبة منخفضة (١١٠ - ١٣٠°م) تحتوى نكهة خلال قالب فى مذيب مبرد (- ١٨°م) يعطى قضباناً صغيرة غير متبلورة تشبه الزجاج. ويستخدم النشا المحور كحامل للنكهات المكبسلة (مثل المالتو دكسترين) والصمغ العربى والبروتينات والألجينات. ودور عوامل الكبسلة هو

حماية مكونات النكهة من الأكسدة والتبخر ولتؤدى إلى مسحوق غير مسترطب ينساب بحرية سهل التداول والإدخال فى الأغذية الجافة. وعوامل الكبسلة يجب أن يكون لها خواص إستحلاب وتكوين أفلام ولزوجة منخفضة وإسترطاب منخفض وتطلق المواد النشطة بالإماهة ويجب أن تكون رخيصة ومتاحة.

تخزين وتعبئة وتوزيع النكهات

يتطلب ذلك مراعاة ثبات النكهة وقواعد قبول مواد تعبئة الأغذية وقواعد تخزين ونقل المواد الملتهبة والبيئة وأمان المشتغلين ومتطلبات صانعي الأغذية.
(Macrae)

نمام/سعتر برى — wild thyme

أنظر: سعتر برى

نهج

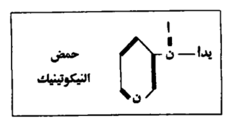
النوجة — nougat

يمكن أن تنتج النوجة من تركيبة: ٦ أجزاء سكر، ٣ أجزاء عسل رائق نقى، ٣ أجزاء شراب ذرة، ١ جزء ألبيومين البيض، ٥ جزء سكر (مسحوق). وينقع البيومين البيض طول الليل فى ماء يكفى لتغطيته والبيومين البيض المميأ يقلب ثانى يوم ويصفى قبل ضربه إلى رغوة متماسكة تماماً. ويطبخ السكر والعسل وشراب الذرة مع بعض حتى ترتفع درجة الحرارة إلى ١٣٥ - ١٣٨°م (وتسمى من قبل بعض صناع الحلوى القدامى بنقطة الشق crack المنخفضة). ويصب هذا المخلوط على البيض ويضرب ثم يضاف ٥ أجزاء سكر ويضرب المخلوط ويقلب على حمام ماء ساخن ثم يضاف النقل والمكونات الأخرى ويصب المخلوط فى قوالب مبطنة بالوافر وتلف لكى يحمى من أن يصبح ملتصقاً sticky.

(Macrae)

نياسين — niacin

نياسين (حمض النيكوتينيك والنيكوتيناميد) يوجد بكثرة فى الطبيعة. وكيماوياً حمض النيكوتينيك هو حمض ٣-بيريدين كربوكسيليك، والنيكوتيناميد حمض ٣-بيريدين كربوكسيليك أميد. وحمض النيكوتينيك (وزنه الجزيئى ١٢٣,١١) يوجد كبلورات أو مسحوق متبلر غير مسترطب عديم اللون (أبيض) وله نقطة إنصهار ٢٣٥,٥ - ٢٣٦,٥°م ويتسامى. ويذوب فى الماء (١,٦٧مجم/مل على ٢٥°م) كما يذوب فى الإيثانول والأحماض والقواعد وجليكول البروبيلين ولكن لايذوب فى الإيثير وله أقصى إمتصاص عند ٢٦١ نانومتر ولكن الشدة تتوقف على $ج_{يد}$.



أما النيكوتيناميد (وزنه الجزيئى ١٢٢.١١) فيوجد أيضاً كبلورات عديمة اللون (أبيض) أو مسحوق متبلر ولكنه مسترطب قليلاً وله نقطة إنصهار

١٢٨ - ١٣١°م ونقطة تقطير ١٥٠ - ١٦٠°م على ٥×$١٠^{-٤}$ مم زئبق. وهو ذائب جداً فى الماء (١٠٠ جم/١٠٠مل على ٢٥°م تقريباً) وفى الإيثانول (٦٧جم/١٠٠مل) وفى الجليسرول (١٠جم/١٠٠مل) ولكنه يكاد لايذوب فى الإيثر. وله أقصى إمتصاص عند ٢٦١ نانومتر مثل حمض النيكوتينيك وكلاهما ثابت وهو جاف فى محاليل مائية متعادلة. ويمكن تحويل النيكوتياميد إلى حمض نيكوتينيك بالمعاملة بالأحماض والقلويات. والنيكوتيناميد أدينين ثنائى النيوكليوتيد (نك.أ.ثنا.نو NAD) وفوسفات النيكوتيناميد أدينين ثنائى النيوكليوتيد (ف.نك.أ.ثنا.نو NADP) هى قرائن إنزيمات وتتحد بعدد من البروتينات وتحفز عدداً كبيراً من تفاعلات الأكسدة والإختزال فى الكائنات الحية.

نيكوتيناميد

وتتوقف متطلبات حمض النيكوتينيك أو النيكوتيناميد على مأخوذ التربتوفان (٦٠ مجم تربتوفان تكافىء ١ مجم حمض نيكوتينيك).

الوجود: يوجد فى كثير من المواد، والخميرة والكبد والقلب وعضلات اللحم مصادر جيدة (الجدول ١) وهو يوجد عادة فى الصورة المرتبطة.

جدول (١): حمض النيكوتينيك ومايمكن أن يتحول إليه من تربتوفان (مجم/١٠٠جم).

	حمض نيكوتينيك	تربتوفان / ٦٠
مارميت	٥٨	٩
الكبد		
حمل (خام)	١٤٢	٤,٣
حمل (محمر)	١٥,٢	٤,٩
الثور (خام)	١٣,٤	٤,٥
الثور (مطبوخ)/مطهو بالغلى البطىء	١٠,٤	٥,٣
القلب	٦,٩	٣,٦
الحمل (خام)	٦,٣	٤,٠
الثور (خام)	٤,٧	٦,٧
الثور (مطبوخ)		
الكلوة	٨,٣	٣,٥
الحمل (خام)	٩,٦	٥,٣
الحمل (محمر)	٦,٠	٣,٤
الثور (خام)	٤,٨	٥,٥
الثور (مطبوخ)		
لحوم (حمراء وخام)	٥,٢	٤,٣
البقر	٦,٠	٤,٤
الحمل	٦,٢	٣,٨
الخنزير	٧,٨	٣,٨
الدواجن	٠,١	٠,٧
اللبن كل مل (متوسط)		
البيض	٠,١	٣,٧
الدواجن (كاملة وخام)	٠,١	٣,٧
الدواجن (مقلية)		
الجبن	٠,١	٦,٠
شيدر	٠,٥	٤,٧
دانمركية زرقاء		

ومعاملة الذرة بماء الجير تحرر النياسين المرتبط مما يجعله متاحاً بيولوجياً للخنازير. والنيكوتيناميد هو شكل الفيتامين الأول فى الدورة وهو أول مادة فى عملية الإستقرار homeostasis.

ويحتاج الجسم إلى ١٧ مجم للرجال ، ١٣ للنساء ولايتوقف على النشاط ولاينقص مع زيادة السن ويزاد ٢مجم أثناء الرضاعة وفى الأطفال يتوقف على السن فهو من ٣-٥ مجم للأطفال تحت سنة، وحوالى ١١مجم عند ٥ سنوات و١٢ مجم عند ١٠ سنوات.

الفسيولوجى physiology

بالرغم من إعتبار النياسين فيتاميناً إلا أنه من الوجهة المطلقة لايعتبر ضرورى الغذاء حيث جزء النيكوتيناميد من قرين الإنزيم يمكن أن يصنع فى الخلية *in vivo* من الحمض الأمينى الضرورى تربتوفان. وتحت الظروف العادية مأخوذ التربتوفان يكفى ليقابل إحتياجات النياسين بدون وجود الأخير فى الغذاء.

أيض النياسين metabolism of niacin

الأشكال الغذائية والمصادر & dietary forms sources: يوجد النياسين فى الأنسجة كـ نك.أ.ثنا.نو NAD و ف.نك.أ.ثنا.نو NADP والحلمأة بعد الموت لـ ف.نك.أ.ثنا.نو سريعة جداً فى الأنسجة بحيث أن النياسين فى الكبد (وهو مصدر أساسى له) هو النيكوتيناميد الحر. والقهوة قد تعطى كميات جوهرية من حمض النيكوتينيك تتكون بالتسخين الشديد pyrolysis للتريجونيلين trigonelline (حمض ن - ميثيل نيكوتينيك) أثناء التحميص. وفى الحبوب لايعول عليه لأنه مرتبط بعديد سكريات وببتيدات جليكولية. ولكن المعاملة بالقلوى تطلق حمض النيكوتينيك المرتبط وكذلك تحميص الذرة لأنه يطلق أمونيا من الجلوتامين لتكون نيكوتيناميد حر بالتحليل الأمونى ammonolysis.

الهضم والإمتصاص: نيوكليوتيدات النيكوتيناميد فى فجوات الأمعاء لاتمتص بل يجرى لها حلمأة إلى نيكوتيناميد أولاً. وعدد من بكتيريا الأمعاء لها نشاط دى أميداز نيكوتيناميد nicotinamide deamidase ونسبة من النيكوتيناميد الغذائى قد يحدث لها إزالة أميد deamidated فى فجوات الأمعاء.

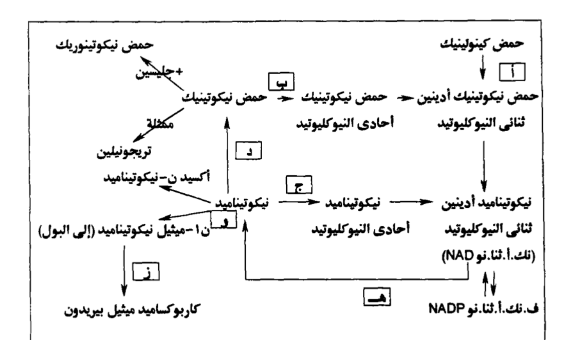
وكلا حمض النيكوتينيك والنيكوتيناميد يمتص من الأمعاء الصغيرة بواسطة عملية تعتمد على التشبع بالصوديوم فى النقل النشط ولو أنه فى تركيزات عالية غير فسيولوجية يحدث إنتشار سلبى passive diffusion عبر الغشاء المخاطى للأمعاء.

تخليق قرائن إنزيمات نيوكليوتيد النيكوتيناميد synthesis of nicotinamide nucleotide coenzymes

كما هو ظاهر من الصورة (١)، (ف)نك.أ.ثنا.نو NAD(P) يمكن أن يخلق من فيتاميرات النياسين أو حمض الكينولينيك المتكون من الحمض الأمينى تربتوفان.

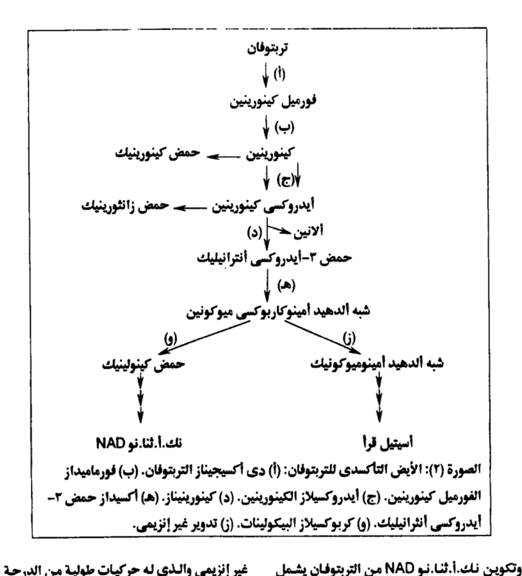
وتخلق الكبد كميات كبيرة من (ف)نك.أ.ثنا.نو NAD(P) من التربتوفان ويتبع ذلك حلمأة

لإطلاق حمض النيكوتينيك ونيكوتيناميد في الدورة للإستخدام بواسطة الأنسجة الأخرى. وفي الأنسجة غير الكبدية حمض النيكوتينيك سلف أحسن للنيوكليوتيدات عن النيكوتيناميد ولكن العضل والمخ يستطيعان أخذ النيكوتيناميد من مجرى الدم بكفاءة ويظهر أنهما يستطيعان إستخدامه بدون إزالة الأميد.



صورة (١): أيض النياسين: أ- ترانسفيراز الفوسفوريبوزيل لحمض الكينولينيك. ب- ترانسفيراز فوسفوريبوزيل لحمض النيكوتينيك. ج- ترانسفيراز فوسفوريبوزيل للنيكوتيناميد. د- دي أميداز نيكوتيناميد. هـ- نك.أ.ثنا.نو جليكوأيدرولاز ترانسفيراز أ.ثنا.ف ADP ريبوزيل، بوليمراز عديد (أ.ثنا.ف ADP ريبوز). و- ترانسفيراز نيكوتيناميد ن-ميثيل. ز- أكسيداز ألدهايد، أكسيداز الزانثين.

تخليق نيوكليوتيدات نيكوتيناميد من التربتوفان: الطريق التأكسدي لأيض التربتوفان يظهر في الصورة (٢). وتحت الظروف العادية فإن معظم المأخوذ الغذائي للتربتوفان، فيما عدا الكمية الصغيرة المستخدمة لتخليق البروتين، تؤيض بهذا الطريق وعلى ذلك فهو متاح لتخليق نك.أ.ثنا.نو NAD وحوالي ١٪ أيض التربتوفان هو عن طريق ٥-كربكسلة وإزالة الكربكسلة 5-carboxylation & decarboxylation ليكون الناقل العصبي neurotransmitter ٥-أيدروكسي تريبتامين (سيروتونين serotonin).



الصورة (٢): الأيض التأكسدي للتربتوفان: (أ) دي أكسيجيناز التربتوفان. (ب) فورماميداز الفورميل كينورنين. (ج) أيدروكسيلاز الكينورنين. (د) كينورنيناز. (هـ) أكسيداز حمض ٣-أيدروكسي أنثرانيليك. (و) كربوكسيلاز البيكولينات. (ز) تدوير غير إنزيمي.

وتكوين نك.أ.ثنا.نو NAD من التربتوفان يشمل التدوير غير الإنزيمي لشبه الألدهيد أمينو كربوكسي ميوكونيك إلى حمض كينولينيك. والمآل البديل الأيضي لشبه الالدهيد أمينو كربوكسي ميوكونيك هو إزالة الكربوكسيل محفزاً بكربوكسيلاز البيكولينات مما يؤدي إلى تكوين أستيل قرأ. وعلى ذلك فهناك تنافس بين تفاعل يحفزه إنزيم والذي له حركيات زائدة المقطع تتشبع hyperbolic saturable kinetics وتفاعل غير إنزيمي والذي له حركيات طولية من الدرجة الأولى first order.

وعند معدلات منخفضة لأيض التربتوفان فإن معظمه يكون عن الطريق المحفز بالإنزيم مما يؤدي إلى الأكسدة ويكون هناك تجمع بسيط لشبه الألدهايد أمينوكربوكسي ميوكونيك حتى يحدث له تدوير غير إنزيمي. وعندما يزيد معدل تكون شبه الألدهايد أمينو كربوكسي ميوكونيك ويصبح كربوكسيلاز البيكولينات مشبعاً يكون هناك كميات

متزايدة متاحة لكي يحدث لها تدوير إلى حمض كينولينيك وبالتالي أيض إلى نك.أ.ثنا.نو NAD. وبالتالي ليس هنالك علاقة الكميات المتكافئة stoichiometric بين التربتوفان والنياسين. والمكافيء لأسلاف قريني الإنزيم يختلفان كلما إختلفت كمية التربتوفان التي ستؤيض وكذلك معدل الأيض. ونشاطات الإنزيمات الثلاثة: ثنائي أكسيجيناز التربتوفان وايدروكسيلاز الكينورينين والكينورينيناز كلها قد تؤثر على معدل تكون شبه ألدهيد أمينوكربوكسي ميوكونيك كما قد يختلف معدل أخذ التربتوفان إلى الكبد

ثنائي أكسيجيناز التربتوفان tryptophan dioxygenase: ثنائي أكسيجيناز التربتوفان (ويعرف أيضا اكسيجيناز التربتوفان أو بيرولاز التربتوفان pyrrolase) له نصف حياة قصيرة في الخلية *in vivo* (حوالي ٢ ساعة) وينظمه ثلاث آليات: ثبات بواسطة العامل المشترك cofactor الهيم، والحث الهرموني hormonal induction وتثبيط التغذية الخلفية و الكبح repression بتركيزات عالية من ف.نك.أ.ثنا.نو NADP.

والإنزيم الكلي holoenzyme أكثر ثباتاً عن سلف الإنزيم apoenzyme وفي وجود كميات كبيرة نسبياً من الهيم فإن كلاً من النشاط والكمية الكلية من بروتين الإنزيم في الكبد تزداد. فحث تخليق الهيم ينتج عنه زيادة الأيض التأكسدي للتربتوفان وهذه ليست حث لسلف إنزيم ثنائي أكسيجيناز التربتوفان ولكن نتيجة نقص الأيض الهدمي لبروتين الإنزيم. والتربتوفان ومضاهياته analogues لها تأثير مماثل بتشجيع ربط سلف الإنزيم مع الهيماتين وبذا يثبت الإنزيم الكلي. وثنائي أكسيجيناز التربتوفان يحسن بواسطة هرمونات الجلوكوكورتيكويد glucocorticoid وبالجلوكاجون والآلية مختلفة والتأثير على الأقل جزئياً - يمكن إضافته. فهرمونات الجلوكوكورتيكويد تسبب حث رسول ح.ر.ن (ر.ح.ر.ن mRNA) وتخليق البروتين يعكس زيادة النشاط المشاهدة في حضور كميات أكبر من المعتاد من التربتوفان أو الهيم. وفي إستجابة لإدخال جلوكوكورتيكويد مخلق الـ ديكساميثازون فهنالك زيادة في نسخ مورث gene ثنائي الأكسيجيناز التربتوفان في كبد الفأر مما ينتج عنه زيادة قدرها عشر مرات في ثنائي أكسيجيناز التربتوفان ر.ح.ر.ن mRNA في الكبد.

والجلوكاجون بواسطة أدينوسين أحادي الفوسفات حلقي (أ.أ.ف.ح cAMP) يزيد من تخليق ثنائي أكسيجيناز التربتوفان بعد إدخال الجلوكوكورتيكويدات رغم أن لها تأثير قليل في الحيوانات غير المنشطة. وتأثير الجلوكاجون يبدو أنه نتيجة لزيادة معدل نقل ر.ح.ر.ن mRNA بدلاً من زيادة النسخ ويعاكسه الأنسولين.

أيدروكسيلاز الكينورينين والكينورينيناز kynurenine hydroxylase & kynureninase

نشاطات هذين الإنزيمين أعلا قليلاً عن ثنائي أكسيجيناز التربتوفان تحت الظروف الأساسية. والتأثير الضار على نشاط أي من الإنزيمين قد يقلل من معدل أيض التربتوفان وبذا ينقص تراكم

شبه الدهيد الأمينوكربوكسى ميوكونيك وتخليق نك.أ.ثنا.نو NAD.

أيدروكسيلاز الكينوريبين فلافوبروتين وفى الفئران ناقصة الريبوفلافين نشاطه يبلغ فقط ٣٠ - ٥٠٪ من نشاط الحيوانات المقارنة وعلى ذلك فربما خفض الريبوفلافين يساهم فى إحداث البلاجرا pellagra عندما يكون مأخوذ التربتوفان والنياسين هامشيا. وفى حيوانات التجارب إعطاء أستروجينات oestrogens ينتج عنه نقص فى نشاط أيدروكسيلاز الكينورينين.

والكينورينيناز إنزيم يتوقف على فوسفات البيرودوكسال فالتأثير على نشاط فيتامين ب٦ يؤدى إلى تراكم الكينورينين والأيدروكسى كينورينين ومنتجات نقل الأمين أحماض كينورينيك وزانثورينيك. وهو أساس تقدير فيتامين ب٦ وتثبط أيضاً بايضات الأستروجين وكلاً من نقص وتثبيط فيتامين ب٦ ينقص من معدل الأيض خلال طريق الأكسدة وبذا ينقص تكوين حمض كينولينيك و نك.أ.ثنا.نو NAD من التربتوفان.

الأيض الهدمى لقرائن إنزيمات نيوكليوتيدات النيكوتيناميد catabolism of the nicotinamide nucleotides

ف.نك.أ.ثنا.نو NADP الحر غير المرتبط بالإنزيمات يتم حلمأته بسرعة والنيكوتيناميد الناتج إما أن يستخدم فى تخليق النيوكليوتيدات أو فى ممثلتها methylated وإفرازها. والأيض الهدمى لـ نك.أ.ثنا.نو⁺ NAD⁺ يحفزه أربعة إنزيمات:

١ - جليكوايدرولاز الـ نك.أ.ثنا.نو NAD ويحفزه الأيض الهدمى لحلماة (ف)نك.أ.ثنا.نو⁺ NAD(P)⁺ عند رابطة ن-جليكوسيد N-glycoside لإعطاء نيكوتيناميد وإما أ.ثنا.ف-ريبوز ADP-ribose أو فوسفات أ.ثنا.ف-ريبوز ADP-ribose phosphate. وهذا الإنزيم يحفز الأيض الهدمى لحلمأة كل من نك.أ.ثنا.نو⁺ NAD⁺ و ف.نك.أ.ثنا.نو⁺ NADP⁺.

٢- بيروفوسفاتاز نك.أ.ثنا.نو NAD والذى يطلق أحادى النيوكليوتيد نيكوتيناميد وهذا إما يحلمأ بواسطة جليكوايدرولاز نك.أ.ثنا.نو NAD لإطلاق نيكوتيناميد أو يكون مادة تفاعل البيروفوسفوريلاز أحادى النيوكليوتايد نيكوتيناميد لتكوين نك.أ.ثنا.نو NAD.

٣- ريبوزيل ترانسفيراز(ات) أ.ثنا.ف ADP.

٤- بوليمراز عديد (ريبوز أ.ثنا.ف ADP-ribose). وريبوزيل ترانسفيرازات أ.ثنا.ف ADP وبوليمرات عديد (ريبوز أ.ثنا.ف ADP-ribose) عادة تنقل ريبوز أ.ثنا.ف ADP إلى مستقبل بروتينى ولو أن كليهما يمكن أن يحفز حلمأة نك.أ.ثنا.نو⁺ NAD⁺ فى غياب مستقبل بروتينى.

الإفراز البولى للنياسين وأيضاته urinary excretion of niacib & metabolites

لايوجد عادة أو هناك قليل من الإفراز البولى لكل من النيكوتيناميد أو حمض النيكوتينيك لأن كلاً من الفيتاميرات يعاد إمتصاصه بنشاط من مرشح كُبَيْبى glomerular. ولايحدث الإفراز إلا إذا كان تركيز البلازما مرتفعاً لدرجة أن آلية إعادة الإمتصاص تكون مشبعة وأيضات النياسين تشاهد فى الصورة (١).

• **الوظائف الأيضية للنياسين**
metabolic functions of niacin

وظيفة الأخسدة لـ (ف)نك.أ.ثنا.نو redox function of NAD(P): قرائن إنزيمات نيوكليوتيد النيكوتيناميد تعمل كحاملات لبروتون والكترون في مختلف تفاعلات الأكسدة والإختزال. والصورة (٣) تعطي قرائن الإنزيمات المؤكسدة.

(أ)
نك.أ.ثنا.نو$^{+}$
NAD^{+}

(ب)
نك.أ.ثنا.نو مختزل
NADH

صورة (٣): شكلا نك.أ.ثنا.نو: (أ) المؤكسد، (ب) المختزل.

فقرائن الإنزيمات المؤكسدة لها شحنة موجبة وتمثل بـ نك.أ.ثنا.نو$^{+}$ NAD^{+} وف.نك.أ.ثنا.نو$^{+}$ $NADP^{+}$ بينما الأشكال المختزلة وتحمل اليكترونين وبروتوناً واحداً (وترتبط ببروتون آخر) تمثل بـ نك.أ.ثنا.نو مختزل NADH وف.نك.أ.ثنا.نو مختزل NADPH والإختزال باليكترونين (ف)نك.أ.ثنا.نو$^{+}$ $NAD(P)^{+}$ يتقدم عن طريق نقل أيون أيدريد (يد$^{-}$ H^{-}) إلى الكربون ٤ لحلقة النيكوتيناميد.

وعلى العموم فإن نك.أ.ثنا.نو+ NAD+ يعمل كمستقبل للاليكترون في أيض الطاقة المعطاة بالتأكسد بواسطة سلسلة نقل الاليكترون في السبحيات بينما قرين الإنزيم الأساسي لتفاعلات التخليق المختزلة هو ف.نك.أ.ثنا.نو المختزل NADPH. والإستثناء هنا هو طريق فوسفات البنتوز (هكسوز أحادى الفوسفات) والذى يختزل ف.نك.أ.ثنا.نو+ NADP+ إلى ف.نك.أ.ثنا.نو.يد وهو مصدر أيضى رئيسى في الإختزال لتخليق الأحماض الدهنية.

دور نك.أ.ثنا.نو+ في ريبزلة أ.ثنا.ف للبروتين
role of NAD+ in ADP-ribosylation of proteins

ترانسفيرازات أ.ثنا.ف ADP تحفز نقل ريبوز أ.ثنا.ف ADP من نك.أ.ثنا.نو+ NAD+ إلى متبقيات الأرجينين أو الليسين أو الأسبراجين في البروتينات المستقبلة لتكون ن-جليكوسيدات. وريبزلة ال أ.ثنا.ف ADP ribosylation هو تحوير عكسى للبروتينات وهناك أيدرولازات متخصصة تقطع روابط ن-جليكوسيد. ومختلف أنواع البروتينات الرابطة لنيوكليوتيد الجوانين (بروتينات ز G-proteins) تعمل مع تنظيم نشاط تدوير الأدينيل adenyl cyclase هي مواد تفاعل لريبزلة أ.ثنا.ف ADP إما بتنشيط بروتين ج المنشط أو بتثبيط بروتين ج المثبط. ونتيجة ريبزلة أ.ثنا.ف بأى من الآليتين هو زيادة نشاط تدوير الأدينيل adenyl cyclase وبالتالى زيادة في أدينوسين أحادى الفوسفات الحلقى (أ.و.ف حلقى cAMP) في الخلية وفتح قنوات أغشية الكالسيوم.

وبوليمراز عديد (أ.ثنا.ف-ريبوز) poly-(ADP-ribose) هو أساساً إنزيم نووى ولو انه يوجد أيضاً في السبحيات والريبوزومات. والمستقبل لأساس ريبوز أ.ثنا.ف ADP هو الجلوتامات أو مجموعة الكربوكسيل في الليسين النهائى terminal lysin في الإنزيم المستقبل مكوناً أ-جليكوسيد. وهذه يتبعها نقل متكرر لريبوزيل أ.ثنا.ف ADP لتكون عديد (ريبوز أ.ثنا.ف) poly-(ADP ribose) والذى ربما كان بوليمر طولياً أو متفرعاً.

وفي النواه بوليمرات عديد (ريبوز أ.ثنا.ف ADP ribose) يرتبط بالكروماتين وله متطلب مطلق لـ نك.أ.ثنا.نو NAD ذو الخيطين double-stranded ليَنْشط وهو يُنشط بالإرتباط بنقط الكسر في أجزاء حمض دى أكسى ريبونيوكلييك (د.ا.ر.ن DNA) ويتعلق بإبتداء آلية تصليح د.ا.ر.ن DNA إستجابة لكسر الخيط strand. والبروتين المستقبل قد يكون ليجاز ٢ د.ا.ر.ن DNA ligase II والذى ينشط بواسطة عديد (ريبزلة أ.ثنا.ف) أو بهستون histone مما ينتج عنه خفض في تثبيط ليجاز٢ د.ا.ر.ن DNA بواسطة الهستونات.

المتطلبات والتوصيات
requirements & recommendations

المتطلب منه ٥,٥مجم/١٠٠٠ كيلو سعر (١,٣ مجم/ميجاجول) وينصح بـ ٦,٦مجم مكافىء نياسين (نياسين سبق تكوينه + ١/٦٠ من تربتوفان الغذاء)/١٠٠٠ كيلو سعر (١,٦ مجم/ميجاجول).

السمية toxicity

حمض النيكوتينيك فى جرعات كبيرة (١-٣ جم/يوم) خفضَ من الجليسريدات الثلاثية والكوليسترول الكلى بحوالى ٢٠٪ حيث عمل كمثبط لتخليق الكوليسترول. وسبب تمدد الأوعية vasodilation مع تورد flushing وإحتراق ورغبة فى الحك itching للجلد وربما تسبب فى ضغط منخفض. ثم بعد عدة أيام ذهبت هذه العلامات ومع ١ جم نياسين/يوم كان هناك تغيراً فى تركيب الكبد وإختبارات وظائفها وتحمل الكربوايدرات وأيض حمض اليوريك وهذه جميعاً تذهب بمنع أخذ النياسين.

وإستخدام عدة جرامات من التربتوفان/يوم لأمراض الكآبة depressive بدون تأثيرات ضارة غالباً. (Macrae)

نيسين nisin

نيسين ببتيد عديد بكتريوسين bacteriocin له نشاط ضد الكائنات الدقيقة من النوع الموجب لجرام الخضرى وهو مؤثر جداً ضد الجراثيم البكتيرية ولكن ليس له إلا تأثير بسيط على البكتيريا السالبة لجرام والخمائر والفطر.

وينتجه *Lactococcus lactis*. وقد وضعت هيئة الصحة العالمية مرجعاً للنيسين يحتوى على ٢٥مجم نيسين/جم.

التركيب structure

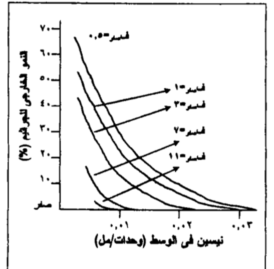
أُثبتَ تركيب النيسين ١٩٧١م وهو يتكون من مجموعات أمينوكربوكسيل نهائية وخمسة حلقات داخلية بها كبارى ثنائى الكبريتيد والأحماض الأمينية غير العادية دى أيدروالانين dehydroalanine واللانثيونين lanthionine والـ β-ميثيل لانثيونين β-methyllanthionine توجد به. والسبتلين subtilin وهو بكتريوسين آخر تنتجه *Bacillus subtilis*. واللانثيونين يظهر أنه يوجد فى كل البكتريوسينات. وجزىء النيسين له وزن جزيئى ٣٥١٠.

فعل النيسين وتأثيره ضد الكائنات الدقيقة mode of action & antimicrobial effect

النيسين يعمل ضد الخلايا الخضرية الموجبة لجرام بأن يسبب ضرر جزيئى لغشاء السيتوبلازم. ويحدث تسرب للمادة الخلوية بما فيها أ.ثلا.ف ATP مع فقد قوة الغشاء. وإذا كان إزعاج الغشاء السيتوبلازمى شديداً فإنه يحدث تحلل للخلية.

وجراثيم الخلايا معرضة أكثر لفعل النيسين عن الخلايا التى تأتى منها. وقد ثبت أن له تأثير قاتل sporicidal على عدد محدد من أنواع البكتيريا ولكن التأثير على معظم الأنواع مثبط للجراثيم sporostatic. وهذا التأثير المثبط يحدث بعد الإغمقاق والإنبات ولكن قبل الإنتفاخ والنمو الخارجى outgrowth. وهذا التأثير هام بالنسبة للأغذية المعاملة بالحرارة لأن معناه أن مستوى مؤثر من النيسين يجب أن يحتفظ به خلال عمر الرف للغذاء. كما أن التعرض للحرارة لمدد ينتج عنه زيادة الحساسية للنيسين (الصورة ١). وأقل تركيز مثبط للنيسين للخلايا الخضرية والجراثيم من أنواع البكتيريا الموجبة لجرام يختلف كثيراً حتى بين سلالات النوع الواحد. والبكتيريا الممرضة الموجبة

لجـرام تشـمل معظـم الأنـواع مـن أجنـاس *Pediococcus* ، *Lactobacillus* ، *Lactococcus* ، *Leuconostoc* ، *Micrococcus* والأجنـاس المكونـة للجراثيـم *Clostridium* ، *Desulfotomaculum* ، *Bacillus*. وجراثيم الأنواع المحبة للحرارة *Bacillus stearothermophilus* ، *Clostridium thermsoaccharolyticum* حساسة جـداً فمسـتويات مـن النيسـين أقـل مـن ٠,٠٢٥ ميكروجـرام/مـل تؤثـر عليـها. وجراثيـم الـ *Bacillus* الأخرى تثبط على مستويات حتى ٢,٥ ميكروجرام/مل مثل *B. cereus* التى تتطلب ١,٨٧٥ – ٢,٥ ميكروجرام/مل و *B. megaterium* التى تتطلـب ٠,٦٢٥ – ٢,٥مجم/مـل و *B. polymyxa* التى تتطلب ١,٢٥ ميكروجرام/ مل.



الصورة (١): العلاقة بين الضرر بالحرارة للجراثيم وحساسيتها للنيسين. قيمة فـر هى الوقت بالدقائق على مايقابل ١٢١°م.

وقـد ثبـت أن النيسـين يمنـع النمـو الخـارجى outgrowth لـ *Clostridium botulinum* لجراثيم أنواع أ A ، ب B ، هـ E. ونوع هـ E كانت أكثرها حساسية ونوع أ A أقلها حساسية. فمستويات النيسين المثبطة كانت ١,٢٥ – ٢٥ ميكروجرام/مل لنوع هـ E، ١٢,٥ – ٦٢,٥ ميكروجرام/مل لأنـواع أ ، ب. ويزداد فعل النيسين ضـد جراثيـم *C. botulinum* بالعوامل: خفض رقم جـيد زيادة طول ودرجة حرارة المعاملة الحرارية وخفض حمل الجراثيم.

الذوبان والثبات solubility & stability

النيسين ذائب فى المواد الحامضية ويصبح أقل ثباتاً كلما زاد رقم جـيد فهو على رقم جـيد ٢ الذوبان تقريباً ٥٦مجم/مل وعلـى جـيد ٥ هـو ٣مجم/مـل وعلى جـيد ٧ هو ١ مجم/مل. ولما كانت المستويات المستخدمة فى حفظ الأغذية نـادراً ماتتجـاوز ٠,٠٢٥ مجم/مـل فالذوبـان لايعطـى أى مشـكلة. والتحضير التجارى نيسابلين Nisaplin يحتـوى مواداً صلبة متبقية من عملية التخمر وهى غير ذائبة ويمكن أن تعطى معلقات ضبابية مائية ولكن هذه ليس لها أى تأثير ضار على كفاءة النيسين.

والتحضير التجارى لايظهر أى فقد للنشاط لمدة سنتين إذا خزنت تحت ظروف جافة فـى الظـلام وعلـى درجـات حـرارة أقـل مـن ٢٥°م. وجـزىء النيسين حمضى الطبيعة ويصبح أقل ثباتاً للمعاملة الحرارية مع زيادة رقم جـيد. ومحاليل النيسين على رقم جـيد٢ ثابتة للمعاملة على ١١٥ – ١٢١°م ولكن يحدث فقد فى النشاط حوالى ٤٥٪ على رقم جـيد ٥

وأكثر من ٩٠٪ على جـ يد ٧. والفقد عند درجات حرارة البسترة أقل جوهرياً كما أن وجود جزيئات البروتين في مواد الأغذية يساعد في ثبات النيسين للحرارة.

ويفقد النيسين من الأغذية أثناء التخزين ويعتمد ذلك على رقم جـ يد ودرجة حرارة التخزين. وفقد النيسين في تعليب الأغذية أثناء المعاملة الحرارية يمكن أن يكون مرتفعاً حتى ٩٨٪ ولكن ضرر الحرارة على الجراثيم الحساسة - مع العلم بأن الجراثيم المحبة للحرارة والمقاومة لها حساسة جداً للنيسين - معناه أنه حتى على مستويات منخفضة جداً من النيسين المتبقي يمكنها أن تحقق تأثيراً حافظاً ظاهراً جداً. والإحتفاظ بالنيسين يمكن أن يتحسن بواسطة التحميض الإبتدائي للماء المستخدم في الخضر الحقلية حتى رقم جـ يد ٤ بحمض السيتريك علماً بأن هذا التحميض له تأثير قليل بسيط على رقم جـ يد النهائي للمنتج المعامل حرارياً.

التثبيط الإنزيمي للنيسين

النيسين يمكن أن يثبط بواسطة عدد من البروتيوزات غير المتخصصة وبأي من الإنزيمات البروتيولوتية التي تستطيع شق الرابطة هستيدين- فالين أو ديهدروألانين-ليسين مثل ثرموليسين والـ α-كيموتربسين والسبتيليسين subtilisin والفيسين ficin والبابين papain والبروميلين bromelain والتربسين لها فعل يعكس reversible. وعدد من البكتيريا تستطيع إنتاج الإنزيم النيسيناز nisinase والذي يتخصص في تثبيط النيسين ومن البكتيريا التي تنتج النيسيناز *Lactobacillus plantarum*، *Streptococcus thermophilus*، *B. cereus*.

السمية والقوانين

دراسات السمية المجزأة في المعمل على حيوانات بمستويات من النيسين أعلا كثيراً من المستخدمة في الأغذية أظهرت أنه غير سام وغير مسرطن. والنيسين يثبط في الأمعاء بواسطة الإنزيمات الهاضمة ولايمكن تحديده/إستبيانه في اللعاب بعد ١٠ دقائق من الإستهلاك. ويمكن إستهلاكه تبعاً لهيئة الصحة العالمية ومنظمة الأغذية والزراعة بتركيزات ٠,٨٢٥ مجم/كجم من وزن الجسم/يوم.

حفظ الأغذية بالنيسين

preservation of foods with nisin

منتجات الجبن المعاملة processed cheese products: تتراوح نسبة الرطوبة مابين ٤٤٪ إلى ٦٥٪ في هذه المنتجات ويدخل فيها جبن خام وزبد ومسحوق لبن فرز ومسحوق شرش وأملاح فوسفات أو سترات للإستحلاب وماء. وتوجد جراثيم غير هوائية من أنواع الكلوستريديا في بعض هذه المنتجات خاصة الجبن وعادة لها القدرة على البقاء بعد معاملة حرارية ٨٥-١٠٥°م لمدة ٦ - ١٠ دقائق والتي يصل إليها المنتج أثناء عملية الإنصهار.

وتكوين الجبن المعامل - رقم جـ يد مرتفع ونسبة رطوبة مع إنخفاض الأخسدة (ظروف غير هوائية) - يمكن أن يشجع نمو هذه الجراثيم والذي ينتج عنها فساد مع إنتاج غاز وروائح غير مرغوبة وتسييل الجبن ويرتبط معها .*Clostridium* spp من بينها

C. butyricum ، *C. tyrobutyricum* ، *C. sporogenes*.

وإضافة مستويات من النيسين لتحقيق الحفظ يتوقف على: الحمل الموجود في التركيبة، محتوى الرطوبة، رقم جي‌ئ، محتوى الملح، إستخدام مضافات، عملية الطبخ المستخدمة، وطول ودرجة حرارة عمر الرف. والمستويات المستخدمة لمنع الفساد تختلف من ٥ - ٢٠ ميكروجرام/جم بينما المستويات المستخدمة للحماية ضد *C. botulinum* هي ١٢,٥ ميكروجرام وأعلا.

وفي البلاد حيث درجة الحرارة المرتفعة ولايوجد تبريد أو طرق نقل يمكن أن يستخدم النيسين في اللبن المبستر على مستويات ٠,٦٢٥ - ١,٢٥ ميكروجرام/مل لإعطاء زيادة جوهرية في عمر الرف.

الخضروات المعلبة canned vegetables: الأغذية المعلبة منخفضة الحموضة (جي‌ئ أعلا من ٤,٥) يجب أن يصلها معاملة حرارية على الأقل ف‌مر F_0 = ٣ لضمان هدم جراثيم *Clostridium botulinum* ولو أن الأغذية منخفضة الحموضة المعاملة بـ ف‌مر F_0 = ٣ وأعلا يمكن أن تتعرض للفساد من نوع البكتيريا المحبة للحرارة والمقاومة لها من نوع *B. stearothermophilus* ، *C. thermosaccharolyticum*. وبذا فإن النيسين المضاد للخضر المعلبة منخفضة الحموضة يمكن أن يسهل طول تخزين هذه المنتجات على درجات حرارة محيطة دافئة بضبط نمو هذه الكائنات المفسدة المحبة للحرارة. وإستخدام النيسين يمكن أن يسمح بخفض عملية ف‌مر F_0 إلى الحد الأدنى ٣ مع عدم زيادة خطر إحتمال الفساد المحب للحرارة.

والفساد البكتيرى للأغذية ذات الحموضة العالية (جي‌ئ أقل من ٤,٥) محصور على الأنواع غير الممرضة المقاومة للحرارة الحمضية والمكونة للجراثيم من نوع *Clostridium pasteurianum* ، *Bacillus macerans* ، *Bacillus coagulans* فالفساد الناتج من نمو هذه البكتيريا يمكن أن يضبط بالنيسين. ومستويات إستخدام النيسين تبلغ من ٢,٥ - ٥ ميكروجرام نيسين/ جم.

منتجات اللحوم meat products: تظهر النتائج أن النيسين لايعمل بكفاءة إلا على مستويات عالية أي ١٢,٥ ميكروجرام/جم وأعلا. والأسباب المقترحة لتأثيره الفقير هو ربط النيسين بسطوح اللحم والإمتصاص الفقير في شبكة اللحم وتدخل الفوسفوليبيدات في فعل النيسين.

السمك fish: إستخدام النيسين كرش على حزة/فيليه القد والرنجة والأسقمرى mackerel المدخن والملقحة بجراثيم *C. botulinum* من نوع هـ E نتج عنه تأخير جوهرى في إنتاج الزعاف على ١٠°م وعلى ٢٦°م.

البيرة والنبيذ: البكتيريا الأساسية التي تستطيع إفساد البيرة والنبيذ هي الأنواع التي تتحمل حمض اللاكتيك. ولكن معظم الـ *Lactobacillus*

والـ Pediococcus والـ Leuconostoc مـن سلالات موجبة لجرام ومفسدة كانت حساسة لنيسين عند ٠,٢٥ - ٢,٥ ميكروجرام/مل. وأن الخمائر لاتتأثر بالنيسين بحيث يمكن إدخال النيسين فى التخمر. ويطبق فى صناعة البيرة بإضافته للمخمرات لمنع أو ضبط التلوث وخفض مدد وأزمنة البسترة وزيادة عمر الرف للبيرة غير المبسترة والمعبزجة وغسل الخميرة لمنع البكتيريا الملوثة كبديل للغسيل الحامض.

ولايمكن إستخدام النيسين فى النبيذ حيث التخمر الحمضى مالولاكتيك malolactic لأن البكتيريا المسئولة عن التخمر حساسة للنيسين. وفى إنتاج براندى الفاكهة والذى هو تخمر مختلط لبكتيريا حمض اللاكتيك الموجودة طبيعياً مع الخمائر حيث يتنافسان على مواد التفاعل المتاحة. فبإستخدام النيسين أظهر إمكان زيادة محتوى الكحول فى المقطر لأعلا من ١٢٪.

التطبيقات الأخرى: فى أستراليا تعرضت الكرمبيت crumpets لإنتاج زعاف مـن B. cereus والكرمبيت crumpets من منتجات الخبيز عالية الرطوبة ومن سطح ساخن يمكنها أن تعول النمو وإفراز الزعاف حيث درجات الحرارة المحيطة مناسبة وإستخدام النيسين بنجاح على مستويات إضافة ٣,٧٥ ميكروجرام/جم للحد من B. cereus تحت ١٠^٣/جم بعد ٥ أيام وفى المقارن كانت ١٠^٥ - ١٠^٦/جم فى نفس المدة. والنيسين نشط ضد كائنات الزبادى Lactobacillus bulgaricus و S. thermiophilus وإضافة النيسين قرب أو عند تخمر الزبادى يمكن أن يزيد من عمر الرف بتثبيط الحموضة الزائدة أثناء التخزين.

(Macrae)

نيوتراسوتيكال nutraceutical

المصطلح نيوتراسوتيكال nutraceutical صاغة فى التسعينات من هذا القرن الدكتور ستيفين دى فيليس Stephen De Felice فقد عرفها "بأنها أى مادة غذاء أو جزء من غذاء ويوفر منافع طبية أو صحية بما فيها منع أو معالجة المرض. وهذه المنتجات قد تتراوح من مغذيات معزولة أو إضافات غذائية أو أغذية معينة إلى أغذية مصممة مهندسة وراثياً أو منتجات عشبية أو أغذية معاملة مثل الحبوب والشوربة والمشروبات. ومن المهم ملاحظة أن هذا التعريف ينطبق على كل فئات الأغذية وأجزائها من إضافات غذائية مثل حمض الفوليك المستخدم فى منع السِّنْسِنَة المَشْقُوقة spina bifido إلى شوربة الفراخ التى تؤخذ لتقليل متاعب البرد العادى. والتعريف يشمل أيضاً غذاء خُضَرْ مصمم هندسياً حيوياً غنى فى مكونات مضادات الأكسدة وغذاء وظيفى مُنَبه أو غذاء صيدلى".

ومنذ صيغَ المصطلح فإن معناه عُدِلَ. فالسلطات الكندية الصحية تُعَرف نيوتراسوتيكال على أنها "منتج معزول أو منقى من الأغذية وعموماً يباع فى أشكال طبية عادة غير مرتبطة بالغذاء وبينت أن له منفعة فسيولوجية أو يوفر حماية ضد مرض مزمن".

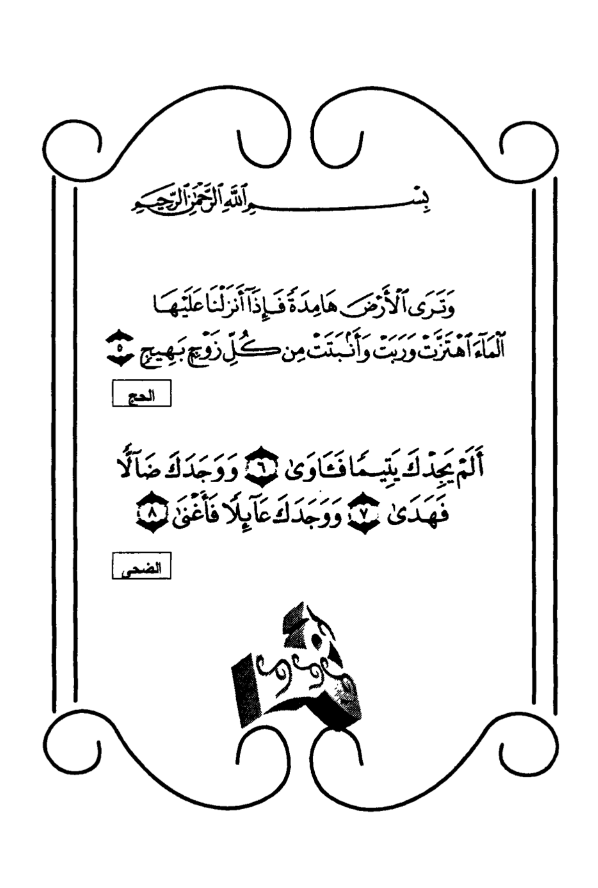
ولما كان هذا يمنع الثومات garlics والأعشاب الطازجة فى هذا العالم، فقد خُلِق مصطلح جديد – غذاء وظيفى functional food. وتُعرِف السلطات الصحية الكندية الغذاء الوظيفى بأنه "غذاء ربما كان مشابهاً فى المظهر أو ربما كان غذاءاً تقليدياً. ويُستَهْلَك كجزء من غذاء معتاد وتَبَيَن أن له منافع فسيولوجية و/أو يُنْقِص خطر مرض مزمن بعيداً عن الوظائف التغذوية الأساسية".

وقد قام أخيراً روبرت Robert ٢٠٠١م بتعريف النيوتراسوتيكالات بأنها "النيوتراسيتوكالات هى كيماويات توجد كمكونات طبيعية للأغذية أو أشكال أخرى تُتَنَاوَل والتى عُرِفَت بأنها ذات منفعة لجسم الإنسان فى منع أو معالجة واحد أو أكثر من الأمراض أو بتحسين الأداء الفسيولوجى"

Robert E L W 2001, Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods, Boca Raton, Fl. CRC Press LLC, p 1-12.

من رسالة بالـ E-mail من الولايات المتحدة الأمريكية للدكتورة

Yanyun Zhao, Dept of Food Science & Technology, Oregon State University, August 27, 2002.



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنزَلْنَا عَلَيْهَا
الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنبَتَتْ مِن كُلِّ زَوْجٍ بَهِيجٍ ﴿٥﴾

الحج

أَلَمْ يَجِدْكَ يَتِيمًا فَآوَىٰ ﴿٦﴾ وَوَجَدَكَ ضَالًّا
فَهَدَىٰ ﴿٧﴾ وَوَجَدَكَ عَائِلًا فَأَغْنَىٰ ﴿٨﴾

الضحى

هدرجة hydrogenation

أنظر: ريوت نباتية

هدى

الهَدْى offering/sacrificial animal

مايهدى إلى الحرم من النعم وفى التنزيل العزيز "ولاتحلقوا رؤوسكم حتى يبلغ الهَدْىُ محله".

هستيدين histidine

هو حمض α-أمينو-٤ (أو ٥) إميدازول بروبيونيك
α-amino-4 (or 5) imidazole propionic acid
وزنه الجزيئى ١٥٥,١٦. ضرورى للإنسان وهو سلف للهستامين.

صفائح أو أبر حلوة يتكسر على ٢٨٧°م (ويطرى علـــى ٢٧٧°م) ج ث١′ pK_1' ١,٧٨ ، ج ث٢′ pK_2' ٥,٧٨ ، ج ث٣′ pK_3' ٨,٩٧. يذوب فى الماء على ٢٥°م : ٤١,٩جم/التر ولايذوب فى المذيبات الأخرى العادية. (Merck)

هندباء endive

الإسم العلمى	*Cichorium endiva*
الفصيلة/العائلة: المركبة	Compositeae

يتكون من:

١- الهندباء أوراق ملتفة curled رفيعة مسننة بعمق.

٢- إسكارول escarole أوراقها أعرض ومسننة خفيفاً جداً.

وهى مثل الخس تنمو كأحسن مايمكن على ١٦ - ٢١°م ويجب ألا تعانى من نقص الماء. (Everett)

والزراع يضيفون كميات من النتروجين والفوسفور والبوتاسيوم للتربة ويستخدمون الرى لضمان إنتاج الأوراق الغضة الطرية وعندما تكون الأوراق الخارجية حوالى ٢٥سم فى الطول فإنها تربط معاً عند القمة من أجل تبييض الأوراق الداخلية. والتبييض blanching يفتح اللون ويعطى مذاقاً أخف ويحتاج الأمر إلى ٢ - ٣ أسابيع للتبييض وبعد ذلك تحصد الرؤوس وترمى الأوراق الخارجية. وهى يمكن أن تزرع من بذور فى صوبة زجاجية ثم تنقل إذا خيف من الصقيع.

وتستخدم أوراقها فى السلطة.

الإختيار: القصافة crispness والطزاجة والطراوة عوامل مهمة فى الجودة. والأوراق الخَشِبَة الخشنة غير مرغوبة إذ يزداد فيها المذاق المر. وعندما تكون غير مبيضة فإنها يجب أن تكون خضراء أما المبيضة فيجب أن تكون بيضاء-كريمية والفساد يظهر كتلون بنى أو ظهور المرغ على الأوراق.

التحضير: رؤوس الهندباء أو الإسكارول يجب أن تغسل جيداً تحت ماء بارد جار ثم تصفى جيداً قبل وضعها فى الثلاجة (لمدة أسبوع على أكثر تقدير) وتقدم كما هى. ١) قد تقدم الأوراق الخضراء مع

الثوم والبصل وغيرها. ٢) ثم أنها تضاف للأطباق المحمرة المقلية بعد تقطيعها. ٣) كما تغلى مع اللحم والدواجن في الشوربة. ٤) تحشى بالجبن أو فتات الخبز أو البليلة أو البقول أو اللحم أو الفلفل أو الأرز...الخ وتخبز في الصلصة المناسبة.

القيمة الغذائية

كل ١٠٠ جم بها ٩٣,١جم ماء وتعطى ٢٠٠ سعراً وبها ١,٧٪ بروتين، ٠,١٪ دهن، ٤,١٪ كربوايدرات، ٠,٩٪ ألياف، ٨١,٠ مجم كالسيوم، ٥٤,٠٢ مجم فوسفور، ١٤,٢ مجم صوديوم، ١٠,٠ مجم مغنيسيوم، ٢٩٤,٠ مجم بوتاسيوم، ١,٧مجم حديد، ٣٣٠٠ وحدة دولية فيتامين أ، ١٠,٠مجم فيتامين ج، ٠,٠٧ مجم ثيامين، ٠,١٥ مجم حمض بانتوثينيك، ٠,٠٦ مجم بيريدوكسين. (Ensminger)

الأسماء: بالفرنسية endive، وبالألمانية Endivie، وبالإيطالية indivia، وبالأسبانية escarola, endibia. (Stobart)

هوموسستين homocystine

هو حمض ٤، ٤'-ثاني ثيوبيس [٢-أمينوبيوتريك] 4,4'-dithiobis [2-aminobutyric acid] وزنه الجزيئي ٢٦٨,٣٦.

والشكل دل DL على صفيحات من الماء يتكسر على ٢٦٣ - ٢٦٥°م، ج ث١/ pK1' ١,٥٩، ج ث٢/ pK2' ٢,٥٤، ج ث٣/ pK1' ٨,٥٢، ج ث٤/ pK4' ٩.٤٤.

والشكل ل L بلورات تتكسر على ٢٨١ - ٢٨٤°م.

والشكل د D بلورات تتكسر أيضاً على ٢٨١ - ٢٨٤°م. (Merck)

هيموجلوبين/يحمور haemoglobin

ويتكون من ٤ سلاسل جلوبين كل منها يتصل بها مجموعة هيم. ينقل الأكسجين إلى الأنسجة وهو كمياً أهم هيم بروتين وتحتوى على ٨٠٪ من كل الحديد الوظيفي. والبلعم الكبير macrophages في الطحال ونخاع العظام والكبد تختلف في نقل الحديد وتخزينه فهي متعلقة أساساً بمعاملة الهيموجلوبين الآتي من الشيخوخة senescent خلايا الدم الحمراء مع رجوع الحديد للبلازما أو تخزينه في الخلية للإحتياج في المستقبل. وهي ليست ككل خلايا الجسم بل إن بلعم الكبرى macrophages لاتأخذ حديداً من ترانسفيرين البلازما.

والصبغات في اللحم التي تساهم في لونه هي الميوجلوبين والهيموجلوبين والهيموجلوبين الذى يوجد في الدم وينقل الأكسجين من الرئتين إلى الخلايا. أنظر: ميوجلوبين

الهيميسيليولوز hemicelluloses

الهيميسيليولوز بعد السيليولوز هو الكربوايدرات الأكثر وجوداً في العالم. وهو يكون ٢٠ - ٣٠٪ من جدر خلايا النبات. والسيليولوز يعطى الخلية تماسكها وقوتها ومدفون embedded في شبكة

هيميسيليولوز مغطاة encrusted باللجنين الذى يربط كل التركيب مع بعضه.

ويُعَرِّفُ الهيميسيليولور بانه عديد السكر فى جدار الخلية والذى يستخلص فى محلول مخفف من أيدروكسيد الصوديوم ١٠±٨٪. وهى تشمل كل عديد السكريات فى جدار الخلية فيما عدا السيليولوز والبكتين.

والهيميسيليولوز بوليمرات قصيرة ودرجة بلمرته (د.ب DP) ٥٠ - ٢٠٠ فى حين أن بوليمرات السيليولوز بوليمرات طولية درجة بلمرتها ٥٠٠ - ١٥٠٠. وهى طُولِيَّة بدون مجموعات جانبية متصلة بينما الهيميليلولوز متفرع على شكل Y ومعظمها لها مجموعات جانبية متصلة. والسيليولوز بوليمر متجانس من الجلوكوز فى حين أن الهيميسيليولوز عادة غير متجانس يتكون من سكريات كثيرة وسكريات محورة.

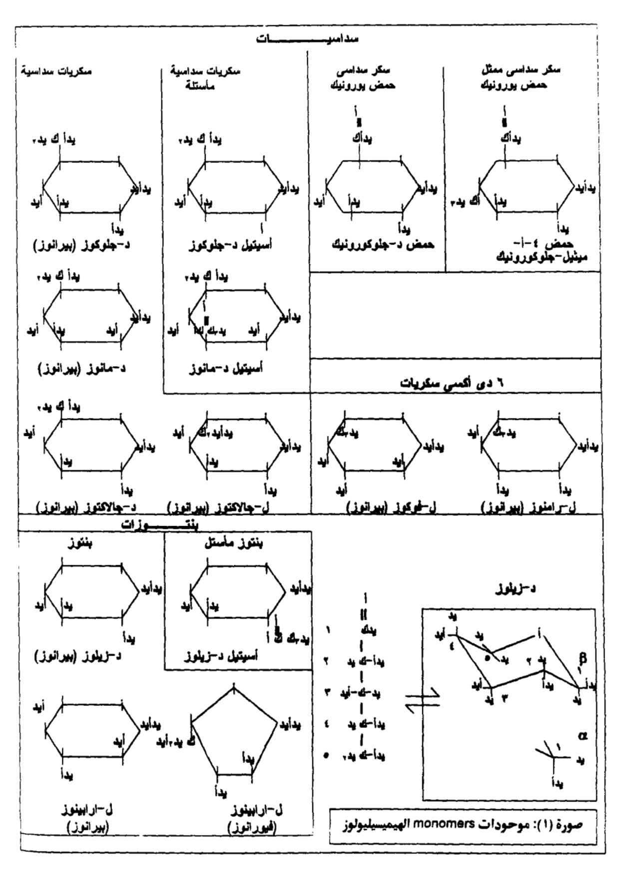
• التركيب structures

الموحودات monomers: تظهر الموحودات monomers فى الصورة (١) ومنها ثلاثة سكريات سداسية (جلوكوز وجالاكتوز ومانوز) وإثنتان خماسيتان (زيلوز وأرابينوز) وبعض السكريات مأستلة acetylated (جلوكوز ومانوز وزيلوز). والجلوكوز يظهر كحمض يورينيك وكحمض يورينيك ممثل methylated ومعظمه من نوع الـ د D فيما عدا الأرابينوز والفوكوز والرامنوز fucose, rhamnose فهى ل L. والجالاكتوز د D وأحياناً يوجد ل L وسكران ٦ دى أكسى (فوكوز ورامنوز) قد توجد بكميات صغيرة (الصورة ١).

والسكريات الألدهيدية الحرة الطولية غير ثابتة وتُدَوَّر إلى تركيب حلقى (الصورة ١) والحلقة قد تكون ذات ستة أعضاء (بيرانوز pyranose) أو خمسة (فيورانوز). وفى الهيميسيليولوزات يظهر الأرابينوز كبيرانوز وكفيورانوز بينما الآخرون يظهرون كبيرانوزات. وعندما يُدَوَّر السكر إلى حلقة فإن المجموعات الأيدروكسيلية المحورية axial تسمى α والمجموعات الأيدروكسيلية الإستوائية تسمى β وهى الأكثر. والهيميسليولوز يقسم إلى ثلاث عائلات: زيلان ومانان وجالاكتان.

زيلان xylan

يعرف الزيلان بعدة أسماء بما فيها جلوكورونوزيلان glucoronoxylan وأرابوزيلان araboxylan وجلوكورونوأرابينوزيلان glucuronoarabinoxylan و ل-أرابينو (٤-أ-ميثيل-د-جلوكورونو) زيلان L-arabino (4-O-methyl-D-glucurono) xylan مما يعكس طبيعته غير المتجانسة والصورة (٢) تبين البوليمر المكون هو β-١-٤-مرتبط بزيلوز. وعدة مجموعات جانبية يمكن أن تتصل به. وعموماً ١٠-٢٠٪ من الزيلوزات لها مجموعات جانبية (أى ن = ٢-٩) ولو أن ٣٠ - ٤٠٪ أحياناً تشاهد (أى ن = ١,٥ - ٢,٥) فى دقيق الحبوب. ومعظم التفرع يعمل خلال الأرابينوز والذى يمكن أن يوجد وحده أو مع مجموعات أخرى إضافية (زيلوز أو جالاكتوز أو حمض ٤-أ-ميثيل-د-جلوكورونيك). والزيلان عادة طولى بدرجة تبلمر (د.ب DP) ٥٠ - ٢٠٠ ويمكن عمل التصميمات الآتية:



صورة (١): موحودات monomers الهيميسيليولوز

(أ)

صبغ العمود الفقرى

صورة (٢): زيلان.

١- وحيد الفلقات - الأرابينوز، المجموعات الجانبية تتصل بحمض جلوكورونيك (أو شكله الممثل).

٢- ثنائى الفلقات (بما فيها الخشب الصلب) - ٤-أ حمض ميثيل جلوكورونيك يتصل بكل عاشر زيلوز.

٣- الخشب الطرى - حمض -٤ -أ-ميثيل جلوكورونيك يتصل كل سادس زيلوز مع كميات صغيرة من مجموعات جانبية أرابينوز.

زيلان دقيق القمح له أرابينوز غير منتظم متصل على حوالى ٣٠ - ٤٠٪ من الجزىء. وزيلان ردة القمح مشابه فيما عدا أنه به مجموعات جانبية أكثر (٦٥٪ من الزيلوز به أرابينوز متصل) مع حمض جلوكورونيك كل ٧-٨ زيلوز. وزيلان قشرة الشعير له مجموعات جانبية من حمض الجلوكورونيك والزيلوأرابينوز. ومجموعات الزيلوأرابينوز الجانبية توجد فى زيلان كوز الذرة وحشيش الشيلم المستديم. وزيلان غطاء بذرة الذرة له مجموعات جانبية كثيرة منها أرابينوز وزيلوز وجالاكتوز وحمض جلوكورونيك. وبعض الهيميسيليولوزات المحتوية على زيلوز لها عمود فقرى backbone غير زيلوز. هيميسيليولوز الرشاد/الحُرْف عبر البذرة له عمود فقرى أرابينوز مع مجموعات جانبية من زيلوأرابينوز. وهيميسيليولوز الفاصوليا المدادة له عمود فقرى من الجلوكوز يشبه السيليولوز مع مجموعات جانبية تحتوى زيلوز وجالاكتوز وأرابينوز وفوكوز.

مانان mannans

يوجد المانان عادة مع سكريات أخرى بما فيها الجالاكتوز والجلوكوز. وهناك أربعة مجاميع (الجدول ١) معروفة وتتوقف على كمية السكر

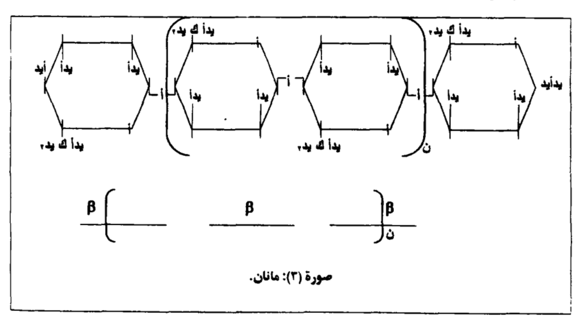
الإضافية. وفى بعض المانانات خاصة من الخشب الطرى السكر مأستل.

والمانان (شكل ٣-أ) نقى نسبياً (> ٩٥٪) بوليمر مانوز يوجد فى الغذاء المخزون لبعض البذور. وأشهر مصـــــدر للمانان vegetable ivory (أى العاج النباتى tagua palm seed) وهو مادة متبلرة فى الخشب الصلب يعمل منها أزرار. ومعها جالاكتوز. كما يوجد المانان فى القهوة ودرنات الاوركيد.

جدول (١): السكر ونسب الإسيتيل فى مختلف المانانات.

	مانوز	جلوكوز	جالاكتوز	أسيتيل
مانان	> ١٩	-	١	
جلوكومانان				
خشب صلب	١ - ٢أ	١	-	-
خشب طرى	٣ - ٤أ	١	٠,١ - ٠,٢	١
ايريس	١	١	-	-
جالاكتومانان				
البقول	١ - ٥	١	-	-
جالاكتوجلوكومانان				
الخشب الطرى	٣	١	-	١

أ: منتشر أكثر



صورة (٣): مانان.

والحلوكومانان يوحد فى بذور الايريس (مانوز: جلوكوز ١ : ١) وبصلات الليلى وبذور الياقوتية blue bell والأوركيد. والجالاكتومانان عام فى بذور البقول وشجر الخروب وأشهره صمغ الجوار ومجموعات الجالاكتوز الجانبية متصلة فى صمغ الجوار كل وحدة مانوز والثانية. والجالاكتوجلوكومانان يشبه الجلوكومانان فيما عدا أن به ١٠ أمثال أكثر من الجالاكتوز وله د.ب DP أقل. والعمود الفقرى backbone لمانان الشوكران الغربى western hemlock له مانوز وجلوكوز مرتبة إعتباطياً. ومجموعات الجالاكتوز الجانبية متصلة إما بالمانوز أو الجلوكوز وتقريبا ٢٥٪ من العمود الفقرى مأستل acetylated.

جالاكتان galactan

الصورة (٤-أ) تظهر العمود الفقرى للـ β ١، ٣ جالاكتوز فى الجالاكتان. والأرابينوز مجموعة جانبية عامة ولذا قد تسمى أرابينوجالاكتان. ويحتوى جالاكتان الصنوبر البحرى maritime pine نسبة صغيرة من الزيلوز بينما جالاكتانات الطباق ونُسْغ القيقب يحتوى رامنوز rhamnose.

(أ)

يدأ ك يد٢ أيد يدأيد يدأ أ ن β

صورة (٤) أ: الجالاكتان.

التركيب الخلوى cellular structure

الهيميسيليولوز هو المكون الرئيسى فى جدر خلايا النبات (إرجع إلى مثال السيليولوز) والهيميسيليولوز هو الكربوايدرات السائد فى الصفيحة الوسطى بينما السيليولوز يزيد فى الطبقات الثانوية. وفى الخشب الصلب (والمحاصيل العشبية) جلوكورونوزيلان هو الهيميسيليولوز الأولى بينما الجلوكومانان يوجد أكثر فى الخشب الطرى.

• الخواص properties

الخواص الفيزيقية physical

لأن الهيميسيليولوز غير متجانس فإن خواصه الكيماوية غير مدروسة جيداً. وأعلا حرارة إحتراق هى للزيلان ١٧,٨ ميجاجول/كجم. وهو يبتدىء فى التكسر أعلا من ٢٠٠°م مما يجعله واحداً من المكونات الأقل ثباتاً للحرارة فى جدار الخلية. ومعظمها غير متبلر (وإستثناء من ذلك المانان من النقل العاجى ivory nuts) والـ ٤-أ-ميثيل جلوكورونوزيلان متبلر مع طول يتكرر repeating كل ١,٤٨ نانومتر. والزيلوزات المجاورة adjacent تدور ١٢٠° بالنسبة لمجاوراتها فى حلزون يسارى.

الخواص الكيماوية chemical

فقط قليل من الهيميسيليولوز يذوب فى الماء مثل الجالاكتان (من أرْزِيَّة larch) والجالاكتومانان من صمغ الجوار. ومعظمها يذوب فى أيدروكسيد صوديوم (١٠±٨٪) مما يستخدم فى تعريفه. والإستخلاص بالقلوى يزيل أسيلات الهيميسيليولوز ويمكن تجنب ذلك بإستخدام ثنائى ميثيل سلفوكسيد dimethyl sulphoxide. ومجموعات سيس-أيدروكسيل (ك٢ و ك٣) فى الجلوكومانان تعطل الذوبان القلوى ولذا قد تضاف بورات الصوديوم لتحسين الذوبان. وجزء من مانان النقل العاجى ivory nut (مانان ب B) تكون خيوطاً دقيقة مثل السيليولوز وهى غير ذائبة فى القلوى ولكن مثل السيليولوز تذوب فى محاليل أيدروكسيد الكبرامونيوم cuprammonium. والحمض المخفف يحلمىء الهيميسيليولوز والزيلوز المطلق من الزيلان يتكسر إلى فيرفيورال وهذا إلى راتنجات إذا كانت ظروف الحلمأة شديدة.

والتكسر القلوى يحدث من النهاية المختزلة للبوليمر أى النهاية التى بها مجموعة أيدروكسيل حرة ك أ (أو غير مرتبطة). وفى الزيلان الزيلوزات النهائية المتتابعة تتكسر إلى حمض سكارينيك saccharinic: حمض ٢-أيدروكسى ميثيل-٢،٤-ثنائى ايدروكسى بيوتريك 2-hydroxymethyl-2,4-dihydroxybutyric acid. ويتقدم التفاعل أحسن مع ايدروكسيد الكالسيوم عن ايدروكسيد الصوديوم ويحدث ببطء عند درجة حرارة الإستخلاص العادية الباردة وعند درجة حرارة عالية حمض ٤-أ-ميثيل جلوكورونيك يفقد كلا من مجموعة الميثيل وحمض اليورينيك وكلاهما ذات وظائف. ويمكن الحد من التهدم القلوى بالإختزال المسبق مع أيدريد البورون borohydride. والهيميسيليولوزات مقاومة أكثر للأكسدة عن اللجنين مما يستغل فى إستخلاصها من المصدر الطبيعى هولوسيليولوز. وإن حدثت تغيرات بسيطة. فتحضير الهولوسيليولوز بإستخدام حمض الكلوروز (كلوريت صوديوم محمضة) يحدث إزالة التبلر وأكسدة مجموعات ٢، ٣ ايدروكسيل وأكسدة النهايات المختزلة لأحماض الألدونيك aldonic acids.

الإستخدامات uses: يمكن تحضير الفرفيورال بتسخين الزيلان فى ١٢٪ حمض كلورودريك أو كبريتيك. وقشور الشوفان وكيزان الذرة هى المصادر التقليدية. والفرفيورال يستخدم فى تكرير البترول وفى إنتاج لدائن فرفيورال-فينول (ديورايت)، كمذيب لنترات السيليولوز وخلاته، وفى صناعة مبيدات الحشرات وكسلف للنيلون. والزيليتول سكر كحولى يتكون بإختزال الزيلوز وهو حلو كالسكروز ولكنه لايعطى طاقة. وحرارته

الداخلية عند إذابته تعطي إحساسا بالبرودة في الفم ولذا يستخدم في العلاك. وهو يؤيض تماماً فلايعتبر محلي مخض الطاقة ولايحتاج الأنسولين ويستخدم في التَّسْريب بالوريد. والزيلوز يستخدم كمكون للميديا لإنتاج زيلوز/جلوكوز أيزوميراز المستخدم في إنتاج شراب الذرة عالي الفركتوز. ومركب مشابه للكربوكسي ميثيل سيليولوز هو الكربوكسي ميثيل-زيلان وله إحتمالات الإستخدام في المنظفات وناشر للصبغات أو في تغطية الورق. ومشتقات الهيميسيليولوز الأخرى المشابهة لمشتقات السيليولوز تشمل الخلات والبيوترات وأسترات الأحماض الدهنية العالية والبنزوات والزانثات. وتستخدم الخلات في عمل أفلام. وتُحَسِّن طزاجة الخبيز بمقدار ثلاثة مرات بإضافة هيميسيليولوز للعجين. وهو يحسن أيضاً مقدرة ربط المياه وجودة الخلط وكفاءة طاقة الخلط وحجم الرغيف. والألياف الغذائية تحتوي هيميسيليولوز وحوالي ٤٠-٦٠٪ تهضمها الكائنات الدقيقة في الأمعاء الغليظة.

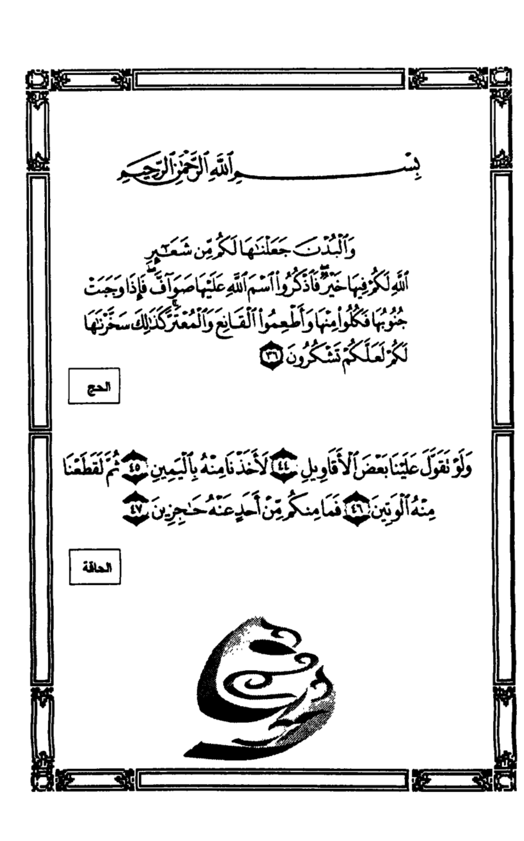
عزل الهيميسليولوز: يحضر الهولوسيليولوز بإزالة دهن الألياف بمحلول خليط من سائلين ثابت نقطة الغليان إيثانول/بنزين ومع إزالة اللجنين بمحلول حمض كلوروز (يد كل أ٢) (٧٠ - ٧٥°م). أو يعامل بغاز الكلور أو بيريدين الكحول أو غاز كلور، ٩٥٪ كحول يحتوي ٣ أحادي ايثانولامين. وإذا إحتوت العينة على نشا فيجب تسخينها في الماء لجلتنة النشا مع حلمأة بعد ذلك باستخدام α-أميلاز. وبعد الغسيل فإن المادة المتبقية (الهولوسيليولوز) تحتوي سيليولوز وهيميسيليولوز.

ويزال الهيميسيليولوز من الهولوسيليولوز بالإستخلاص بالقلوي (٢-١٨٪ أيدروكسيد صوديوم وإن كان ١٠٪ هو الأعم). وبمعادلة المستخلص يرسب هيميسيليولوز أ A وهو يتكون من مجموعات طولية (أو تقريباً طولية) لهيميسيليولوز عالي د.ب DP مع عدم وجود مجموعات كربوكسيل حمضية. ويتبقى السيليولوز ب B في المحلول ويميل إلى أن يكون أكثر تفرعاً مع د.ب DP أقل ومجموعات كربوكسيل حمضية. وهذا يمكن تجزئته بإضافة إيثانول تدريجياً وجمع المكونات المختلفة عندما تترسب.

وبديل آخر لتجزئة الهيميسيليولوز من الهولوسيليولوز هو إستغلال الفروقات في الذوبان في القلوي. فمثلاً ٢٤٪ ايدروكسيد بوتاسيوم يستخلص هيميسيليولوز الزيلان والجالاكتوجلوكومانان من كل من الأخشاب الصلبة والطرية، ولكن لايستخلص الجلوكومانان من المتبقي. والجالاكتوجلوكومانان الذائب يمكن ترسيبه من المستخلص بإضافة ايدروكسيد باريوم. والجلوكومانان غير الذائب المتبقي يمكن إستخلاصه بإستخدام ١٧,٥٪ أيدروكسيد صوديوم/ ٤٪ بورات مع الترسيب بعد ذلك بواسطة إضافة ايدروكسيد الباريوم.

الهيميسيليولوز الحامضي يمكن أن يرسب ويعزل من الهيميسيليولوزات المتعادلة بإستخدام أملاح الأمونيوم الرباعية (مثل بروميد سيتيل ثلاثي ميثيل الأمونيوم cetyltrimethylammonium bromide) تحت ظروف متعادلة أو قلوية خفيفة. وبعد ذلك الهيميسيليولوز المتعادل يمكن أن يرسب من المحلول بزيادة القلوية في وجود أملاح الأمونيوم الرباعية.

(Macrae)


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ
وَالْبُدْنَ جَعَلْنَاهَا لَكُم مِّن شَعَائِرِ
اللَّهِ لَكُمْ فِيهَا خَيْرٌ ۖ فَاذْكُرُوا اسْمَ اللَّهِ عَلَيْهَا صَوَافَّ ۖ فَإِذَا وَجَبَتْ
جُنُوبُهَا فَكُلُوا مِنْهَا وَأَطْعِمُوا الْقَانِعَ وَالْمُعْتَرَّ ۚ كَذَٰلِكَ سَخَّرْنَاهَا
لَكُمْ لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ ﴿٣٦﴾
الحج
وَلَوْ تَقَوَّلَ عَلَيْنَا بَعْضَ الْأَقَاوِيلِ ﴿٤٤﴾ لَأَخَذْنَا مِنْهُ بِالْيَمِينِ ﴿٤٥﴾ ثُمَّ لَقَطَعْنَا
مِنْهُ الْوَتِينَ ﴿٤٦﴾ فَمَا مِنكُم مِّنْ أَحَدٍ عَنْهُ حَاجِزِينَ ﴿٤٧﴾
الحاقة

الوافل waffle

يعتبر من وجبات الخبز السريـــــع quick bread ويستخدم مع الدقيق ولكل كوب دقيق يضاف ٢/١ - ١ كـوب لـبن ، ١-٣ ملاعـق شـوربة دهـن، ١-٢ بيضة ، ٢/١ ملعقة شاى ملح، ١٤/١ - ٢ ملعقة شاى مسحوق خبيز. وأحسن النتائج يحصـل عليها مـن إضافة الصفار والبياض المضروب منفصلين ويخبـز فى مخبز الوافل waffle iron المسخن من قبل حتى تصبح بنية.

(Ensminger)

ورث

مورث gene

المـــورث هـــو قســـم مـــن حمـــض دى أكســـى ريبونيوكليـــــــــــــــك (د.ا.ر.ن DNA) deoxyribonucleic acid الـذى يُرَمِـز codes لوظيفـة حيويـة معينـة، عـادة إنتـاج بروتـين، و (د.ا.ر.ن) يتكون من وحدات تتكرر والتى تختلف فـى تفاصيلـها الكيماويـة. وأجـزاء د.ا.ر.ن التـى تختلف هى القواعد. وفى د.ا.ر.ن يوجد خيطان strands ملتفـان حـــول بعضـهما البعـض فـى حلــــزون مـزدوج double helix بحيـث أن القواعـد توجـد فـى إزواج. ولكـن فـى حمـض الريبونيوكليـــك (ح.ر.ن RNA) يوجــد خيـــط strand واحد.

والمورثـات genes مرتبـة علـى طـول جزيئـات د.ا.ر.ن DNA تســــــمى كروموزومـــــات chromosomes (وهـى فـى كرومـوزوم الفـيروس virus تحتوى على عدد قليل من المورثات (عدة دست فـى عـدد قليـل مـن عشـرات القواعـد).

والمورثات وبالتالى الكروموزومات تكـون مايسـمى "مجموعـــة العوامـــل الوراثيـــة/كُتْلـــة الخِلْقـــة genome" ومجموعـــة عوامـــل الإنســان طولهـا حوالى ٣ بليون قاعدة.

وفى البكتيريا تنظم المورثات بحيث تبتدىء العمل مع بعض فى نفس الوقت وبمنشط واحد وترتب فى مَشْغَل وراثـىّ يسـمى أوبـيرون operon وهـذا لـه منطقة تنظيم control region فى إحدى نهايتيها وجدت على سلسلة من مناطق مُرَمَّزَة أى منـاطق من د.ا.ر.ن DNA والتى ترمز لبروتينات معينة وكـل هـذا العنقـود يتـم نسـخه كواحـد مـن حمـض الريبونيوكليـك (ح.ر.ن RNA) والـذى يتـم فـك رمـوزه decoded إلى بروتينـات متعـددة بواسـطة إنزيمات الخلية. وتركيب هذا الأوبيرون غير معروف فى الكائنات العالية.

وفـى الكائنـات سوية الخليـة eukaryotes فـإن مناطق التنظيم (أو عناصر التنظيم حيث أنها أجزاء صغيرة جداً من د.ا.ر.ن DNA) تكون غالباً عند بدء المورث gene وإن كانت أحياناً تنتشر بعيداً عـن البداية فى كلا المورث نفسه وبعيداً عنه. وعنصـر التنظيم والذى يعطى الإشارة إلى إنزيم بوليمـراز ح.ر.ن RNA يســمى المرقــى promoter وهـــو ضرورى لعمل المورث.

(Penguin)

ورد برى/نسرين eglantine/wild rose

أنظر: نسرين

ورد بلدى/دمشق damask rose

الإسم العلمى *Rosa damascena*

الفصيلة/العائلة: الوردية Rosaceae (rose)

بعض أوصاف

ليست بذات أهمية مطبخية كبيرة فيما عدا الشرق الأوسط حيث ماء الورد يستخدم فى كثير من الأطباق الحلوة وبتلات الورد تعمل مربى. وكل بتلات الورد مأكلة وإن لم تكن أروماتية. وينتج ليكير بطعم بالورد ومع ذلك ينتج خل الورد (وينكه بنقع البتلات فيه) كما ينتج أصناف أخرى كالقند والزبد وهذا الزبد ينتج بوضع زبد ملفوف خفيفاً فى بتلات ورد طازجة ذات رائحة وتحفظ فى مكان بارد طول الليل والزبد يمتص رائحة الورد. كما توضع البتلات فى فطيرة الكريز وكذلك يصنع منه براندى.

والورد خاصة *R. canina* تستخدم فى عمل محفوظات أو تؤكل مطبوخة. ويصنع منها نبيذ وكذلك يصنع جيلى. وهى غنية فى فيتامين ج.

الأسماء: بالفرنسية rose، وبالألمانية Rose، وبالإيطالية rosa، وبالأسبانية rosa.

(Stobart)

تفاح الورد rose apple/jambos

الإسم العلمى *Syzygium jambos* L.
Eugenia jambos L.

الفصيلة/العائلة: الآسية Myrtaceae

هو ثمرة شجرة مستديمة الخضرة تنمو إلى ٩ متر. ولها أوراق لامعة جلدية مدببة والأوراق الجديدة لها لون النبيذ والأزهار الصغيرة البيضاء لها عدة سداة وتعطى ثماراً بيضية كروية تصل إلى ٥ سم فى الطول ولونها أصفر إلى وردى فاتح. واللب طازج وقصف crisp عصيرى وله رائحة الورد وتؤكل طازجة أو تربب أو تعمل جيللى أو تقلى أو تحفظ فى شراب وتتكاثر بالبذور التى بها أكثر من جنين.

ورنيش varnish/lacquer

نسبة عالية من علب الأغذية ونهاياتها لها داخل وأحياناً خارج محمى بطبقة أو باللك/الورنيش. وفى حالة علب الأغذية المعاملة، هذه البطانة يجب أن تستطيع تحمل درجات الحرارة العالية وظروف الضغط المعاناة فى التعقيم فى الماء أو البخار بدون فقد الإلتصاق إلى المعدن بينما فى نفس الوقت تحافظ على مقاومتها للمنتج.

الطبقات المبطنة واللك/الورنيش مخاليط معقدة من الراتنجات فى مخلوط من المذيبات مع مضافات مصممة لإعطاء أداء متخصص. واللك/الورنيش الحامى للحاويات المعدنية والنهايات يعرف بالراتنج الأساسى أو إرتباطات الراتنج أو بتركيبها الأساسى. مثلاً راتنجية زيتية oleoresinous، فينايل vinyl، فينولية، إبوكسى epoxy، فينولية إيبوكسى، فينولية عديدة الإستر، أورجانوسول organosol مؤسسة على مذيب أو ماء. وسواء كانت حامية أو للزينة فإن

اللك/الورنيش يكون عادة كسوائل والمذيب عادة عضوى ولكن يمكن ان يكون ماء وعضوياً كمذيب مشترك فى بعض التطبيقات. وهذه المواد إما أن تطبق إما قبل أو بعد صناعة fabrication الحاويات ويتوقف على طريقة الإنتاج بواسطة الأفعوانية roller coaster أو بواسطة الرش.

تطبيق اللك/الورنيش والمعاملة فى الفرن
coating & lacquer application & stoving

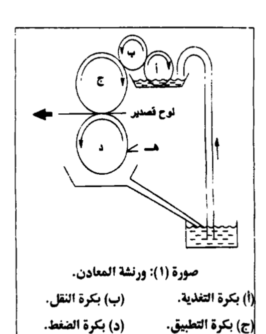
طريقة تطبيق التبطين تختلف تبعاً لنوع بناء العلبة :can construction

١- التبطين coating بالبكر roller للك/الورنيش على لوح القصدير tinplate يحقق خلال سلسلة من البكر والتى تلتقط وتوزع اللك/الورنيش عبر بكرة تطبيق والتى تعمل بعد ذلك على تطبيق تبطين سطح واحد من المعدن الذى يمر خلال المكنة. وتستخدم نفس الطريقة فى الطبع على صفائح المعدن. والعلب المكونة من ثلاث قطع أو قطعتين وكذلك نهايات العلب يتم ورنشتها بهذه الطريقة.

٢- يستخدم الرش مع العلب ذات القطعتين المسحوبة، وواحد أو أثنين من طبقة البطانة قد يطبق تحت ظروف مضبوطة لإنتاج بطانة مستمرة وثابتة consistent مع أقصى تغطية للمعدن.

٣- وكبديل للمورنشات السائلة فإن التبطين السطحى يمكن أن يطبق بالمساحيق ثم يتم دمجها fused على السطح. والعلب ذات القطعتين أو أجسام العلب ذات القطع الثلاث يمكن أن تبطن بهذه الطريقة ولكن معظم إستخدام هذه الطريقة الحالى فى حماية القفل الجانبى فى العلبة ذات الثلاث قطع.

وبعد تطبيق اللك/الورنيش فمن الضرورى إعطاء معاملة فى الفرن كاملة حتى يجف الورنيش ويتبلمر بالحرارة (يعالج cure) وللوصول إلى المقاومة الفيزيقية والكيماوية المطلوبة للورنيش أو فلم اللك أو البطانة ذات الصبغة. ويتوقف على الراتنج المستخدم فهناك درجة حرارة حرجة مناسبة عادة فى منطقة ١٨٥ - ١٩٥°م لمعظم الورنيشات.



صورة (١): ورنشة المعادن.

(أ) بكرة التغذية. (ب) بكرة النقل.
(ج) بكرة التطبيق. (د) بكرة الضغط.
(هـ) كاشط scraper.

ومعظم الأفران من النوع المستمر ويتكون من سلسلة من أطر معدنية محملة على سلسلة. والألواح المعدنية المبطنة تنقل من المُبَطِن إلى الإطار وتنقل خلال غرفة التسخين بسرعة مناسبة لإعطاء

إرتباط الزمن اللازم/درجة الحرارة. وبرنامج المعاملة في الفرن يعطي حوالي ١٠ق للتعريض على أقصى درجة حرارة من زمن كلي في الفرن يبلغ ١٤-١٥ ق. ومعالجة اللك تحدث بالمتابعة والمحافظة على درجات حرارة المعاملة في الفرن وبمراقبة الجودة على اللوح المُبَطَّن (المورنش) لتقدير الخواص الكيماوية والميكانيكية.

التقدم الحديث في الورنشة

كثير من أنواع التقدم تتعلق بخفض المركبات العضوية المتطايرة (ر.ع.ط VOC) بإستخدام الماء كأساس بدلاً من المذيبات العضوية وهذه كانت ناجحة جداً في التطبيقات بالرش للعلب ذات القطعتين. وبالمثل فإن المعالجة بالأشعة فوق البنفسجية (ش.ب UV) للورنيش الخالي من المذيب وللحبر. وحالياً معظم وحدات ش.ب UV تستخدم في الحبر وتبطين طبقة الورنيش الخارجية ومميزاتها هي خفض تطاير ر.ع.ط VOC وزيادة سرعة الخطوط والتوفير في الطاقة والمساحة.

وحديثاً فإن إستخدام عديد فلوريد الفينايل يستبدل براتنجات أخرى بسبب متبقياته.

التبطين باللدائن للمعادن

plastic lamination of metals

كبديل للورنشة يمكن إستخدام التبطين باللدائن للمعادن بواسطة فلم مبلمر سابق التركيب وهذه يمكن تحقيقها بالربط بالتصاق أو بالحرارة للبوليمر إلى المعدن. وهناك عدد من الأنظمة متاحة منها مايسمح بالربط الحراري المستمر فيبطن كلا السطحين للمعدن صلب أو ألومنيوم. وله ميزات أنه لايبعث إلا قليل من ر.ع.ط VOC وأنه خالي من عديد كلوريد الفينايل ويستهلك طاقة منخفضة للتطبيق ويحسن أداء الحاوية وهذه تكون أنظف وأحدث. وتستخدم في النهايات التي تنتج بسهولة وفي مكونات المعلق الرذاذي aerosol وصواني الأغذية.

اللك للحاويات المسحوبة

lacquers for drawn containers

الحاويات المسحوبة عادة تصنع من لوح مورنش ولكن يجب إتخاذ العناية الكافية لأن اللك/الورنيش يجب أن:

١- يعطي سطح مشحم lubricated للمساعدة في عملية السحب وهذا يتوصل إليه بإدخال شحم يصلح للأغذية في اللك/الورنيش.

٢- أن يكون مرناً جداً بحيث لايتكسر أثناء تغيير شكل المعدن ولايفقد إلتصاقه بالمعدن.

٣- أن يكون متوافقاً مع المنتجات ويمنع أن تفاعل كيماوي بين المنتج والحاوية.

ويستخدم اللك/الورنيش كثيراً مع الصلب الخالي من القصدير (ص.خ.ق TFS) لتجنب إستهلاك المكونات والقفل المزدوج حيث أن تبطين الكروم/أكسيد الكروم يمكن أن يكون شديد الإحتكاك abrasive وتتراوح سماكة طبقة الورنيش مابين ٥ - ١٥ ميكرومتر تبعاً لإحتياجات حفظ المادة الغذائية في العلبة.

(Macrae)

الوسكى والبوربون
whisky, whiskey & bourbon

المنتجات والتصنيع
products & manufacture

يمكـن تميـيز أو تخصيـص الوسـكى whiskies كمشـروبات مقطـرة أنتجـت بالتقطـير للحبـوب المتخمرة وأنضجـت فى براميل بلـوط. ويمكـن أن تقسم على أساس طبيعة الحبوب وطرق خلطها - إن وجدت - وبلد المنشأ.

أنواع المنتج types of product

أكبر حجم للوسكى المنتـج فـى أسـكوتلندا وهـو وسكى مخلـوط يحتـوى ٦٠ - ٧٠٪ وسكى حبـوب ٣٠ - ٤٠٪ وسـكى نتيشـة malt. وهـذا الوسـكى المخلـوط يحتـوى عـادة علـى ٤٠ نتيشـة خلطـت لإنتاج نكهة الماركة. وكل من النتائش يجـب أن تكون أكبر سناً من العمر المبين على الزجاجة. وفى الولايات المتحـدة الوسـكى قـد يحتـوى إمـا وسـكى "صِرف" straight فقط إذا إحتوى على الأقل على ٥١٪ من حبوب معينة مثل الشيلم أو وسكى نتيشة أو ٨٠٪ فـى حالـة وسـكى الـذرة الصِـرف. وإلا فإنـها وسكيات مخلوطة من عدة حبوب وعدة مقطرات.

وبوربـون إسم عـام يعطـى لوسـكى هريـس الـذرة وينتـج فـى الولايات المتحـدة. والوسـكى الكنـدى عادة ينتج من هريس مختلط من ذرة وقمح وشيلم وشعير.

المواد الخام raw materials

أهم حبـوب تستخدم فـى إنتـاج الوسـكى: الـذرة *Zea mays* والشعيـر *Hordeum polysticum* والقمح *Triticum vulgare* والشيلـم *Secale montanum*. وفى أسـكتلندا وإيرلنـدا كـل نشـاط الأميلاز المطلوب لتكسـير النشـا يحصـل عليـه مـن الشعير المنتش إما علـى هيئـة نتيشـة عوملـت فـى الفرن وخزنت على نسبة رطوبة ٥٪ أو نتيشة خضراء والتى حضرت خصيصاً فـى الموقـع كمصـدر للنشـاط الإنزيمـى. وربمـا سمـح فـى بعـض البـلاد بإضافـة إنزيمـات مـن كائنـات حيـة أثنـاء إنتـاج مستخلص النتيشة wort.

ويحتـاج إلى المـاء للـهرس والتـبريد أثنـاء التقطـير والخلط. وقد تؤثر طبيعـة المياه علـى جـودة النـاتج وكثير من المقطرات تـأخذ ماءها من آبـار خاصـة أو مجارى مياه معينة. والمـاء اليسر يستخدم عـادة فـى مقطـرات النتيشـة ولكـن درجـة مـن صعوبـة الميـاه تفضل فى مقطرات الحبـوب حيث لها تأثير تثبيتـى علـى إنزيمـات الأميـلازات. ويجـب متابعـة الميـاه كيماوياً وللتلوث بالكائنات الدقيقة وأن تكون خاليـة مـن مـواد نباتيـة فاسـدة decaying. والمـاء المستخدم فـى تخفيـف الكحـول spirit يجـب أن يكون له محتـوى من الكالسيوم والحديـد منخفض لتقليل خطر التلون أو الترسيب فـى المنتـج النهائى إلى أقل حد ممكن.

والخميرة المستخدمة فى التقطير هـى عـادة خميرة تقطير منمـاة خصيصاً ويجـب أن يكـون لهـا خـواص فسيولوجية وخواص الكائنات الدقيقة جيدة لإنتاج الكحول.

والبراميل المستخدمة فى إنتـاج الوسـكى تنتـج من إما البلـوط الأبيض الأمريكى *Quercus alba* أو البلـوط الأسبانى *Quercus robur*. والوسـكى

الأسكتلندى يعتق فى براميل سبق إستعمالها لتعتيق البوربون أو إنتاج الشيرى. والبراميل القديمة تحدد قبل إعادة إستخدامها بإحراق charring داخل البرميل.

• طرق الإنتاج methods of manufacture العملية

الطريقة التقليدية تنتج مستخلص النتيشة wort من الحبوب بإستخدام أميلازات الشعير الذى ينتج α، β-أميلازات أثناء النتش. ومعظم تكسر النشا يحدث أثناء الهرس الذى يجرى فى الدن tun. ومستخلص النتيشة ينتج النتيشة بعد ترشيح محتويات الدن tun وينقل بعد ذلك إلى وعاء تخمر حيث يخمر بإستخدام سلالة أو أكثر من خميرة *Saccharomyces cerevisiae* لينتج غسيل wash يحتوى تقريباً ٧٪ إيثانول وعدداً كبيراً من مركبات النكهة. ومحلول الغسيل wash المخمر يقطر فى سلسلة من ٢-٣ مقطرات أقدار pot أو فى سلسلة من المقطرات العمودية. ونتيجة التقطير تحتوى على حوالى ٧٠٪ إيثانول وعادة تخزن فى براميل لمدة للتعتيق قبل أن يخفف إلى حوالى ٤٠٪ إيثانول قبل تعبئته فى زجاجات.

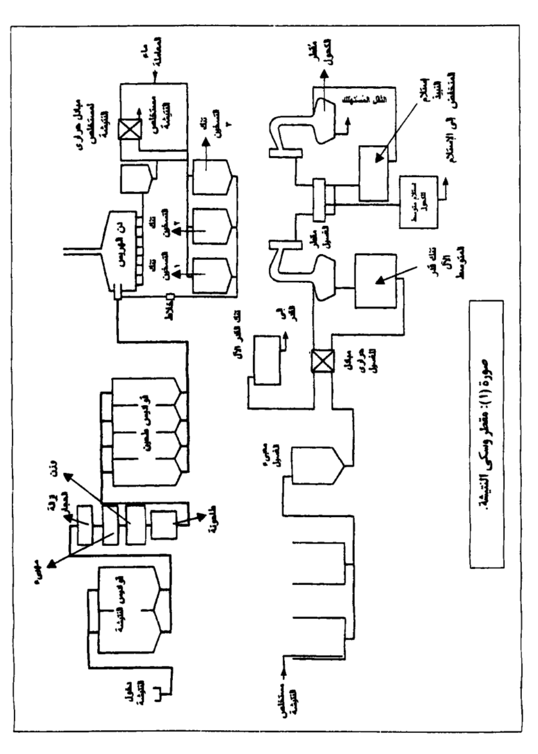
النتش والهرس malting & mashing

نتش الشعير يجرى بنقع الحبوب فى الماء لمدة ٢ - ٣ أيام والسماح للحبوب بأن تنبت حتى يبلغ الجذر حوالى ٣/١ طول الحبة. وعند الوصول لهذه المرحلة تجفف الحبة إلى نسبة رطوبة ٥٪ فى الفرن ثم تخزن. وتؤخذ مباشرة قبل الطحن حيث تنقل إلى دن tun الهريس. وفى إنتاج الوسكى الأسكوتش تحصر النتيشة المدخنة peated فتحمص النتيشة فى وجود دخان من نيران خث peat وهذا مصدر مهم لمركبات النكهة. والنتيشة المعامله تعرف بمحتواها الكلى من الفينول ولو أن المركبات الأخرى قد تساهم فى النكهة.

وطحين grist الشعير يمكن هرسه مباشرة حيث أن له نشاط أميلاز عالى بينما مستخلص النتيشة الناتج من الذرة والحبوب الأخرى يتطلب اضافة شعير منتش كمصدر للإنزيمات. وعملية الهرس قد تكون عملية على دفعات تشبه الهرس بالنقع infusion المستخدمة فى تصنيع البيرة وفيها يخلط الطحين grist مع ماء على حوالى ٦٨°م لمدة ٠,٥ - ١,٥ ساعة قبل ترشيح مستخلص النتيشة. ولكن فى إنتاج وسكى الحبوب يتطلب مرحلة طبخ إبتدائية لجلتنة النشا من الحبوب غير الشعير. وقد يجرى الطبخ كعملية دفعات على ١٢٠°م لمدة ١,٥ ساعة أو كعملية مستمرة كما فى أمريكا الشمالية وفى أى من العمليتين يبرد الهريس إلى ٦٠ - ٦٥°م قبل إضافة الشعير المنتش. ويتطلب الأمر الإنتباه حتى يمنع تصلب النشا المتجلتن. وعند إستخدام مرحلة الطبخ فنشاط الأميلاز عادة يوفر بواسطة ١٠ - ١٥٪ شعير منتش حديثاً (نتيشة خضراء) بعد مرحلة الطبخ.

وأثناء النتش تنتج إنزيمات β-جلوكاناز وهى تسهل تكسير جدر خلايا السويداء وتطلق النشا والبروتيازات التى تعمل فى تكسير بروتينات حبة الشعير إلى أحماض أمينية وببتيدات وهذه مصدر أساسى لنمو الخميرة.

والهريس عادة يرشح قبل التخمر لإعطاء مستخلص نتيشة رائق ولكن في بعض العمليات يحصل على ناتج أعلا بتخمير كل الهريس مباشرة.



صورة (١): مقطر وسكى النتيشة.

التخمر fermentation

عندما لايغلى مستخلص النتيشة - كما فى حالة إنتاج نتيشة الوسكى - فهو يحتوى كائنات دقيقة وأميلازات نشطة. وهو يبرد إلى ٢٠ - ٢٥°م قبل الحقن بسلالة من خميرة التقطير. ويحدث نمو الخميرة بسرعة ويكتمل فى ٨ - ١٢ ساعة الأولى. وإنتاج الإيثانول يتبع النمو أصلاً ثم يستمر فى طريقة طولية حتى تستهلك السكريات التى تؤيض. وأثناء فترة النمو تؤيض سكريات مستخلص النتيشة بسرعة وقد ترتفع درجة الحرارة إلى ٣٣°م إذا لم تضبط. وينخفض رقم جيد من قيمة أصلية ٥ - ٥٥, إلى ٤,٢ - ٤,٥ كنتيجة لإنتاج أحماض عضوية مثل الخلات والسكسينات والبيروفات. وكذلك تنتج مركبات نكهة مثل الكحولات العالية والأحماض العضوية والأسترات ومركبات الكربونيل وهذه جميعاً تمر إلى المقطر وتكون جزءاً مهماً من الناتج. وينتج جليسرين وهو غير متطاير ولايمر إلى المقطر ويعتبر فقداً هاماً. ونحو نهاية التخمر بعد ٤٨ - ٧٢ ساعة تموت وتتحلل خلايا الخميرة. وقد يحدث تلوث بكتيرى وهذه تأتى من المواد الخام التى يموت معظمها أثناء المراحل الأولى للتخمر. ولكن تبقى اللاكتوباسيلى وتنمو مع تكوين حمض لاكتيك خلال المراحل التالية للتخمر. وإذا زاد نشاطها ينتج عنه فقد فى المحصول وإنتاج نكهات غير مرغوبة قارصة acrid.

التقطير distillation

تختلف عملية التقطير مع نوع المُنْتَج وبلد المنشأ. وتقليدياً فإن أول عمليات الوسكى أستخدمت مقطرات من أوعية نحاسية وهذا النوع لازال مستخدماً فأما مقطر كوفى Coffey فيتكون من عمودين يسميان عمود تحليل وعمود مقوم rectifying wash والغسيل wash يغذى من قمة العمود الأول ويسحب المقطر stillage الخالى من الكحول من قاع العمود؛ والأبخرة تغذى من قمة إلى قاع عمود التقويم rectifying (الصورة ٢). وفى الولايات المتحدة إنتاج الوسكى يستخدم عمليات تقطير أكثر تعقيداً تشمل إستخدام حتى خمسة أعمدة.

وفى عمليات التقطير بالدفعات كل محتويات المخمر تنقل إلى مقطر غسيل wash كبير وتغلى لمدة ٥-٦ ساعات لإنتاج كحول spirit ونبائد منخفضة تحتوى ٢٠ - ٢٥٪ (حجم/حجم) إيثانول. وهذه تنقل إلى نبائذ منخفضة low wines أصغر، مُقَطِر الكحول spirit حيث تقطر لإعطاء كحول spirit يحتوى حوالى ٧٠٪ (حجم/حجم) إيثانول.

وتوفر الحرارة لمعظم عمليات التقطير بالبخار وإن كانت هناك مُقَطِرَات تدور مسخنة بالنار المباشرة لازالت فى الإستخدام. وبالإضافة إلى إنتاج كحول spirit فعمليات التقطير تنتج كمية كبيرة من المُقَطِر stillage والتى تعامل إلى مختلف النواتج الإضافية مثل حبوب غامقة dark grains وذوائب المقطر distillers solubles.

التعتيق maturation

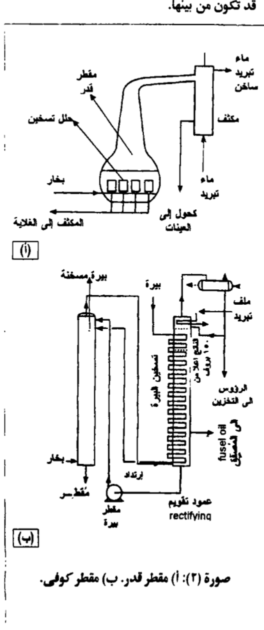
كل الوسكى يعتق قبل الخلط والعبزجة وقد تختلف مدة التعتيق من ١ سنة إلى ٣ إلى ١٢ سنة أو أكثر.

وهـى تشـمل تخزيـن الكحـول spirit الخـام مـن المُقطِر فى براميل. وأثناءها تحدث تغيرات كيماويه كثيرة ويؤثر عليها ظروف التخزيـن وخاصـة درجـه الحـرارة. وزيـادة مدة التخزين ترتبط عـادة بزيـادة فـى اللـون والمـواد الصلبـة والأحمـاض والأسـترات والألدهيـدات والتانينـات مـع زيـادة فـى السـكريات مثل الأرابينوز والجلوكوز والزيلوز.

تكون النكهة flavor development

نكهـة الوسـكى تتوقـف علـى مخلـوط معقـد مـن المكونـات تنتـج فـى براميـل مختلفـة. فمركبـات الكبريت والأحماض الدهنية خاصـة غير المشبعة تأتى من نتيشة الشعير ويمكنها أن تؤثر على تكون مركبات الخـواص العضوية الحسية أثناء التخمـر. وفى إنتـاج الوسـكى الاسـكوتش المركبـات التـى تعطـى نكهـة الخُـثْ peaty تدخـل أثنـاء معاملـة النتيشة فـى الفـرن. وكميـة كبـيرة مـن الكحـولات والأحمـاض والأسـترات ومركبـات الكربونيـل تنتـج أثنـاء التخمـر ولكـن تركيزهـا النـهائى يتـأثر كثـيرا بمرحلة التقطير. وتأثير مرحلة التقطير هـو الزيـادة النسبية لمكونـات النكهة المختلفة ووجـود النحـاس فـى المقطـر مهم لتسـهيل تكسـر مركبـات الكـبريت بـالتحفيز والتـى يمكـن أن تدخـل نكهـات غـير مرغوبة.

والتعتيق يلعب دوراً مهماً فى تكون النكهات. وهى عملية معقدة تشتمل على إستخلاص مركبات من خشب البرميل وتأكسد مركبات مثل الألدهيـدات والتفاعل مـابين الكحـول spirit والمركبـات الآتيـة من الخشـب. والمركبـات المتصلـة بـاللجنين مثـل الفـانيلين vanillin والسـيرينجالدهايد syringaldehyde والكونيفيرالدهـايد coniferaldehyde توجد فـى الوسـكى. وعندمـا تستخدم براميل الشيرى فى التعتيق فإن مركبـات النكهة التى تشربت فى البرميل أثناء إنتـاج الشيرى قد تكون من بينها.



صورة (٣): أ) مقطر قدر. ب) مقطر كوفى.

تكوين الوسكى composition

تقدير الخواص الحسية sensory assessment:
الويسكى تقليدياً يتم تقييمه بواسطة خلاطيس خبراء expert blenders ولهم سنين من الخبرة والتمرين. فالخلاط الخبير يعرف ماهى النكهات التى يمكن أن ينتجها المقطر ومن منها مرغوب فيه وكيف يمكن أن يتقدم الوسكى أثناء التعتيق. وعمل الخلاط فى هذه الحالة هو معرفة العيوب والإنحرافات عن طريق التعتيق المتوقع وأن يختار نقطة تعتيق معينة عندها يمكن أن يساهم الوسكى فى الخليط. والخلاطون يستخدمون نظاماً لوصف النكهة لمساعدة عملهم ولكن عملهم معظمه مقارنة عيات بالخبرة وبالمرجع وكل عينة يتم تقييمها بالنسبة للتماثل إلى منتج متوقع أو مقبول.

والويسكى الاسكوتش كحول spirits خفيف الجسم لمقطر مستمر يعتبر أنه يعطى خلفية للمخلوط. والوسكى النتيشة يعطى معظم خاصية المخلوط المعين ولو أن المُقَطِرَات تعطى وسكى مختلف قليلاً فإنها يمكن تقسيمها إلى قسمين: نتائش الأرض العالية highland والأكثر عدداً فتقسم إلى الأول والثانى والثالث وهى لايقصد بها صفات جودة بل أقسام للتعريف. ونتائش الأرض المنخفضة ولاتعتبر أن لها خاصية معينة وبذا يمكن إستخدامها بكميات كبيرة نسبياً فى المخاليط. ثم هناك الوسكى الاسلاى Islay وسكى تميل إلى أن تكون ممتلئة النكهة وعادة مخنة peated بثقل وبذا فلها تأثير جوهرى على الخليط حتى لو أستخدمت بنسب صغيرة.

والوسكى فى الولايات المتحدة يعرف بأنه المقطر من هريس حبوب متخمرة على أقل من ٩٥٪ كحول (١٩٠° بروف US proof) ويقسم إلى قسمين الأول محتوى الحبوب فى الهريس محد بما لايقل عن ٥١٪ من الحبوب المسماه (مثلاً شيلم لوسكى الشيلم والذرة للبوربون) والتقطير يجب أن يكون على مالايقل عن ٨٠٪ كحول والتعتيق يجب أن يكون فى بلوط محروق جديد. أما وسكى الذرة فيجب أن يكون هريساً من ٨٠٪ ذرة ومعتق فى بلوط غير محروق أو مستخدم. وإذا تم تعتيقها لمدة سنتين أو أكثر فإنها تصبح "وسكى صِرْف straight whisky". وهى للمخاليط مساوية لنتائش الاسكوتش وتعطى معظم النكهة فى مخلوط مع كحول spirits من حبوب له نكهة أخف. وخلاطوا الولايات المتحدة يستطيعون إستخدام مواد خلط مثل الشيرى أو نبيذ الخلط حتى ٢,٥٪.

وإنتاج الوسكى الكندى يتبع نفس مايتبع فى أسكتلندا والولايات المتحدة. وهى خليط وسكى مقطر عمود خفيف وعادة ١٠ - ١٥٪ وسكى منكه بوسكى ١٠-١٥٪ جسم أثقل أو يسمح بخلط منكهات نتيشة ٩,٠٩٪ (على أساس محتوى الكحول المطلق) وهذه قد تشمل نبائذ وشيرى وبراندى وبوربون ووسكى النتيشة. والتعتيق يجب ألا يكون لأقل من ثلاث سنوات. ومدى النكهة المطلوب بواسطة الخلاط لايمكن تحقيقها بإستخدام المنتجات من مُقَطِرَات مختلفة ولكن طرق مثل الإختلاف فى تكوين الهريس وطرق الطبخ وسلالة

الخميرة وطريقة التقطير ونوع البرميل ومدة التعتيق يمكن إستخدامها.

وأستخدمت طرق لتحليل الخـواص الحسية كما أستخدمت طرق الوصف والبروفيل للبحـوث فـى أصول وتقدم النكهة فى الوسكى.

كيمياء مكونات النكهة

مـع تقنيـات الكروماتوجرافيـا وتقدمــها وكذلــك إزدواجها مع طيف الكتلة فقد زاد عدد المركبات التـى عرفـت خاصـة بكروماتوجرافيـا الغـاز مــع المركبـات العضويــة المتطـايرة. والمكونـات غـير الطيـارة تقـدر بمقيـاس الطيــف أو كروماتوجرافيـا السـائل عاليــة الأداء وتحليــل وســكى النتيشــة السكوتش يوجد فى الجدول (١).

الكحولات والأحماض الكربوكسيلية والاسترات

هـذه تنتجـها الخمـيرة أثنـاء التخمـر وقـد تتكـون الاسترات أثناء التقطير والتعتيـق. وتوجـد سلاسـل مشبعة وغير مشبعة تتراوح مـابين ١ - ١٦ ذرة كربون. والكحـولات قصيرة السلسلة بروبونـول والبيوتـانول والبنتانول أكثرها وجوداً. والكحولات غير الأليفاتيـة تشــمل ٢-فينيــل إيثــانول ، ٢،٣-بيوتــانيديول butanediol والحمــض العضـوى الأساســى هــو حمــض الخليــك فيمثــل ٥٠ - ٩٠٪ مــن كــل الأحمــاض المتطــايرة. وأحمــاض الأكتـــانويك والديكانويك والدوديكانويك مهمة لكمياتها ولـو أن البيوتـانول والبنتـانويك ولـو أنها أحمـاض أقل فـى الوزن الجزيئى إلى أنها قد يكون لها تأثير أكبر علـى الحواس. واسـترات الأحمـاض السـابق ذكرهـا هـى أهم الاسترات كما يوجد أيزوامايل وخلات الفينيـل إيثايل كما توجد استرات الأحمـاض الأيدروكسية مثــل حمــض اللاكتيــك والأحمـــاض ثنائيــة الكربوكسيليك مثل حمض السكسينيك حيث أنها تقطر مع الكحول والبخار.

جدول (١): التحليل الكروماتوجرافى لثلاث عينات من وسكى النتيشة السكوتش حديث التقطير[أ].

الفترة	٤	٤	٤
الشحنة	١٢,٠	١٤,٠	١٦,٠
القوة (٪ مجم/مجم)	٦٣,٥	٧١,٥	٦٩,٤
أسيتالدهايد	٣,٢	٣,٨	٦,٨
خلات الإيثايل	٢٣.٧	٢٥,٥	٢٧,٠
أسيتال ثنائى الإيثايل	١,٧	١,٢	٢.٢
ميثانول	٥,١	٤,٦	٥,٣
بروبانول	٤٠,٨	٤٢,٧	٤١,٩
ايزوبيوتانول	٧٩,٨	٨٠,٨	٨٠,٥
كحوا ايمايل [ب]	٤٧,٧	٤٤,٧	٤٩,٥
كحوا ايزوايمايل	١٤٢,٥	١٤٥,٥	١٤٢,٥
كحولات عالية كلية	٣٣١,١	٣١٣,٧	٣١٤,٤
لاكتات الإيثايل	٤,٧	٢,٥	٤,١
اكتانوات الإيثايل	١,٦	١,٩	١,٧
فيرفيورال	٣,٣	٣.٩	٤.٢
ديكانوات الإيثايل	٥,٧	٥,٦	٤,٥
β-خلات فينيل إيثايل	٥,٧	٧,٥	٥,٩
لورات الإيثايل	٢,١	٢,٦	٢,١
β-فينيل ايثانول	٣,٨	٠,٦	٠,٦
ميرستات الإيثايل	٠,٦	١,١	٠,٦
بالميتات الإيثايل	٢,٧	٣,٣	٢,٦
بالميتوليات الإيثايل	١,٥	١,٩	١,٤

(أ) التركيزات بالجرام/١٠٠ لتر من الكحول.

(ب) نشط ضوئيا.

مركبات الكربونيل الأليفاتية

معظم مركبات الكربونيل تنتجها أيضاً الخميرة ولو أنها تنتج عن أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة أو بتهدم ستركر Strecker degradation فى أى مرحلة من الإنتاج. والأسيتالدهايد أكثرها ويستخدم كثيراً لتقدير محتوى الألدهايد. ويبلغ طول السلسلة الكربونية من ٢ - ١٤ ذرة كربون للألدهيدات والكيتونات.

مركبات الكبريت والنتروجين

الخميرة تستخدم الكبريت غير العضوى والأحماض الأمينية المحتوية على كبريت وكذلك الفيتامينات وتنتج منها مركبات طيارة تحتوى الكبريت. فيوجد حلقات غير متجانسة مثل الثيازولات والثيوفينات والكبريتيدات الأحادية والثنائية والثلاثية الأليفاتية. كما تتكون مركبات الكبريت أثناء التقطير والتركيزات أعلاها فى الكحول الجديد spirit. ومستخلص الخشب وآثار من النحاس المعدنى مهم أثناء تهدم هذه المركبات أثناء النضج ومركبات النتروجين الحلقية غير المتجانسة مثل البيرازينات والبيرولات والبيريدينات تتكون خلال تفاعل مايارد Maillard reaction أثناء الطبخ والهرس والتقطير وحرق charring البرميل. وبما أن لها عتبات رائحة منخفضة فربما ساهمت فى عبير الوسكى.

الفينولات phenols

تنتج الفينولات كالفينول والكريزولات الأيزومرية والزيلينولات والجواياكول من التهدم الحرارى لمشتقات حمض البنزويك من النتيشة ومن دخان الخث peat. والألدهيدات الفينولية مثل الفانيلين والسيرينجالدهايد والكونيفيرالدهايد والسينابالدهايد sinapaldehyde تتكون من تكسر لجنين خشب البرميل أثناء الإحتراق charring والنضج. كما وجدت أحماضها واستراتها. وعديد الفينولات المستخلصة من الخشب تشمل لجنين ذائب فى الإيثانول والتانينات المشتقة من حمض الجاليك والإلاجيك ellagic acid.

مركبات الأكسجين غير متجانسة الحلقة

أهم هذه المركبات الموجودة فى الوسكى الفيورالدهايدات furaldehydes واللاكتونات ويتكون الفيرفيورال (٢-فيورالدهايد) من البنتوزات ويتكون ٥-ايدروكسى ميثيل-٢-فيورالدهايد من الهكسوزات خلال تفاعل مايارد Maillard أثناء الهرس والتقطير. وتتكون اللاكتونات من الأحماض الأيدروكسيلية الأليفاتية ومعظمها مشتقات لـ ٢-(٣يد٢) فيورانونات. وأكثرها وجوداً هى نظائر isomers ٥-بيوتيل-٤-ميثيل ثنائى أيدرو-٢(٣يد)-فيورانون 5-butyl-4-methyl dihydro-2(3*H*)-furanone ولاكتونات البلوط أو الوسكى وتتكون وتستخلص من براميل البلوط أثناء التعتيق/النضج.

التغير مع المعاملة

هناك أربع عمليات أساسية فى إنتاج الوسكى ولكن هناك إحتمالات لإختلافات كثيرة:

١- إنتاج مستخلص متخمر: الحبوب المستخدمة هي القمح والذرة والشيلم والشعير وتنتج إختلافات النكهة بين الكحولات spirits ومن مصدرين منفصلين. فإختلافات تكوين المستخلص مثل ج.بد وتركيز الأحماض الأمينية ومستويات المواد غير الذائبة يمكن أن تؤثر على أيض الخميرة مما يؤثر على مستويات كحولات الفيوزيل fusel والأحماض والاسترات الناتجة. كما توجد إختلافات في مستويات الأسلاف لعدد من أقسام مركبات النكهة الموجودة في الحبوب المختلفة. والثلاثة أنواع من النكهة تتكون بأكسدة الأحماض الدهنية وبفعل الإنزيمات وتفاعل الأحماض الأمينية والسكريات المختزلة (تفاعل مايارد) والتهدم الحراري للأسلاف المختلفة حيوياً مثل كب-ميثيل ميثيونين ومشتقات حمض البنزويك.

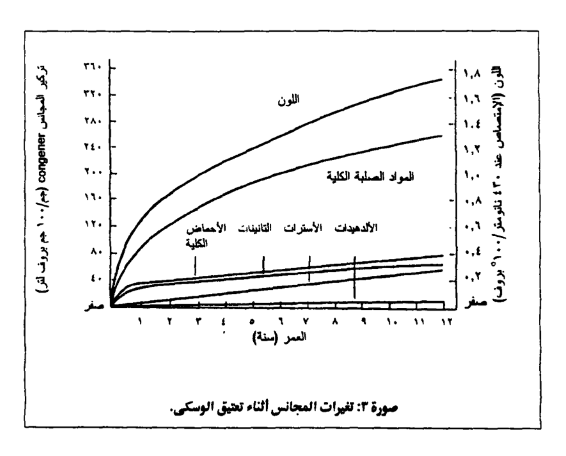
٢- التخمر fermentation: التخمر مصدر عدد كبير من مركبات النكهة في الوسكي. والعوامل المعروفة لتغيير إنتاج هذه المركبات هي سلالة الخميرة المستخدمة ومادة التفاعل للتخمر ومستوى التهوية في المخمر ومدة التخمر ووجود البكتيريا الملوثة. وهذه العوامل تتغير بتغير تصميم المقطر وبتغير المواد الخام مما ينتج إختلافات في الوسكي.

٣- التقطير distillation: تركيزات الألدهايد والاسترات قصيرة السلسلة تحدد بالقطع الأول من foreshot إلى كحول spirit بينما تركيز كحولات الفيوزيل والأحماض يحددها القطع من الكحول spirit إلى feints. وفي المقطر المستمر فإن تركيز المجانس congener يحدد بالتصميم والعملية operation وكفاءة المقطر بجانب أن عدداً من التفاعلات الكيماوية يمكن أن تحدث عند تسخين الغسيل wash أو النبائذ المنخفضة low wines وهذا صحيح خاصة بالنسبة للتقطير على دفعات في مقطرات القدر حيث تأثير الحرارة أكبر. ومن الأمثلة تكوين مركبات الكبريت من الأحماض الأمينية المحتوية على الكبريت وتكسر الأحماض الدهنية غير المشبعة إلى مركبات الكربونيل وتحول β-أيدروكسي بروبيونالدهايد -β hydroxypropionaldehyde إلى اكرولين acrolein ويساعد النحاس على هذه التفاعلات.

٤- التعتيق/النضج maturation: أثناء التعتيق فإن المقطر الحديد يصبح محوراً بدرجة كبيرة كنتيجة لإتصاله مع البرميل. وتكوين خشب البرميل له تأثير هام على مدى هذا التحوير ويختلف بإختلاف نوع البلوط المستخدم والمعاملة المبدئية التي تجرى على الخشب والإستخدام السابق للبرميل. وعموماً فإن البلوط الأمريكي *Quercus alba* يعطي تركيزات أعلا من الفانيلين ولاكتونات البلوط بينما البلوط الأسباني *Quercus robur* يعطي تركيزات أعلا من التانينات. والإحتراق يزيد من مستويات منتجات تكسير اللجنين واللاكتونات المستخلصة أثناء التعتيق بينما الإستخدام السابق للبرميل ينقص كثيراً من كمية مستخلصات

المنتجات واللاكتونات الآتية من تكسر اللجنين. وإستخدام براميل الشيرى أو المعاملة بالنبيذ ينتج عنها مستويات مرتفعة من التانينات والسكريات. والعوامل الأخرى كقوة الملء filling proof والجو وظروف التخزين تؤثر على مجرى التعتيق. فدرجات الحرارة الأعلا ينتج عنهما معدلات تبخر أعلا، بالرغم من أن الرطوبة تحدد إذا ماكان الإيثانول أو الماء هو الذى يفقد وأيضاً تزيد من مستويات المستخلص وبعض معدلات التفاعل.

الإرتباط بين التكوين الكيماوى والبيانات الحسية محاولات خلق موديل كامل لنكهة الويسكى كانت غير ناجحة ولكن بعض النكهات وجد أنها تتصل ببعض المركبات أو مجموعات منها. والوسكى المحضر من نتيشة مُختَّة peated بثقل يحتفظ بنكهة خاصة وهذه ترتبط مع الفينولات الكلية فى النتيشة والوسكى ولكن هذا غير متيقن. وبعض الويسكى خاصة الكندى له نكهة توابلية أو نعناعية ويعتقد أنها متعلقة بإستخدام الشيلم ولكن لايوجد مركب مسئول عنها.



صورة ٣: تغيرات المجانس أثناء تعتيق الوسكى.

عديد الكبريتيد يوجد فى الوسكى بمستويات حول وأعلا من عتباته الحسية (٣-٦ نانوجرام/جم) لثلاثى كبريتيد ثنائى الميثيل والبيانات المحدودة تقترح أن هذه المركبات ترتبط مع النكهة. وقد

لوحظت علاقة بين إستخدام النتيشة من شعير تريومف وظهور نكهة غازية gassy (إحتمال علاقة بالثيونين) فى مقطر النتيشة الجديد. والمركبات المحتوية على كبريت قد تم التعرف عليها فى وسكى به نكهة كبريت قوية. وقد وجدت علاقة إرتباط بين نقص البيريدين فى الوسكى وتحسن الرائحة والمذاق.

والمركبات المعروف أنها مهمة فى التعتيق هى الفانيلين والألدهيدات الأروماتية الأخرى والتى لها علاقة بنكهة "تشبه الفانيلا" واليوجينول eugenol والذى يعطى نكهة "تشبه القرنفل" فى بعض الوسكى من براميل جديدة. وإرتباط تركيز لاكتون ترانس بلوط مع الجودة لوحظ ولكن أهميته غير مؤكدة. ووجود عديد الفينولات المستخلصة من الخشب لها تأثير على خفض تطاير كثير من المركبات وبذا فقد يكون لها تأثير غير مباشر على النكهة. وإحتمال تأثير التعتيق على التركيب الفيزيقى لمخلوط الإيثانول وماء هو خفض الحرافة pungency وزيادة نعومة smoothness الوسكى.

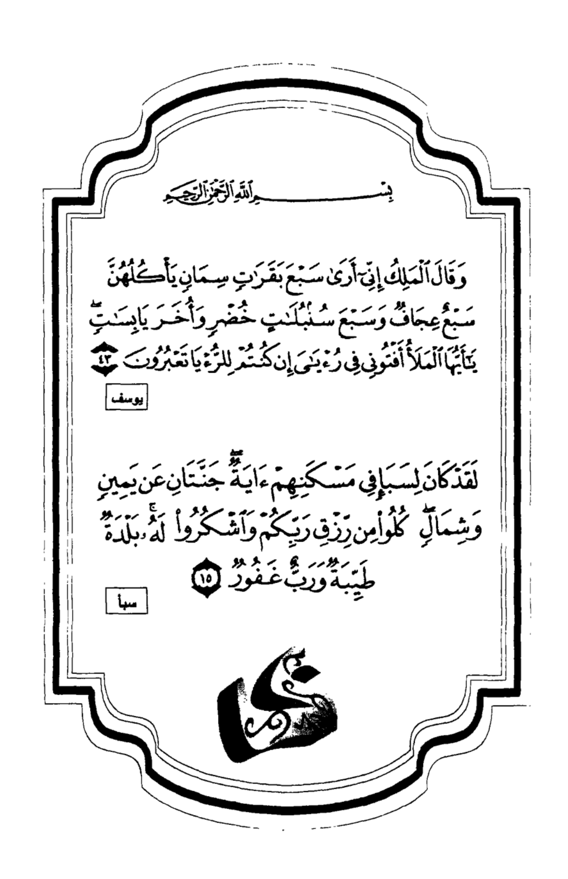
(Macrae)

وقذ

الموقوذة	**waffle**

الموقوذة هى التى ترمى أو تضرب بحجر أو بعصا حتى تموت من غير تذكية. ١

(القرطبى)



بِسْمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحْمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

وَقَالَ ٱلْمَلِكُ إِنِّىٓ أَرَىٰ سَبْعَ بَقَرَٰتٍ سِمَانٍ يَأْكُلُهُنَّ
سَبْعٌ عِجَافٌ وَسَبْعَ سُنۢبُلَٰتٍ خُضْرٍ وَأُخَرَ يَابِسَٰتٍ ۖ
يَٰٓأَيُّهَا ٱلْمَلَأُ أَفْتُونِى فِى رُءْيَٰىَ إِن كُنتُمْ لِلرُّءْيَا تَعْبُرُونَ ﴿٤٣﴾

يوسف

لَقَدْ كَانَ لِسَبَإٍ فِى مَسْكَنِهِمْ ءَايَةٌ ۖ جَنَّتَانِ عَن يَمِينٍ
وَشِمَالٍ ۖ كُلُوا۟ مِن رِّزْقِ رَبِّكُمْ وَٱشْكُرُوا۟ لَهُۥ ۚ بَلْدَةٌ
طَيِّبَةٌ وَرَبٌّ غَفُورٌ ﴿١٥﴾

سبأ

yam — يام/إيتام/ديوسفوريا

أنظر: ديوسفوريا، إنيام

rigor mortis — تيبس/جسوء رمى

أنظر: سمك ، لحم ..الخ.

haemoglobin — يحمور/هيموجلوبين

أنظر: هيموجلوبين

chlorophyll — يخضور/كلوروفيل

أنظر: كلوروفيل

mandarin/tang — يوسفى/مندرين

أنظر: مندرين

يقن

يقطين

اليقطين شجر الدُّبَّاء، يقال لكل شجرة ليس لها ساق يفترش ورقها على الأرض يقطينة نحو الدباء والبطيخ والحنظل فإن كان لها ساق يقلها فهى شجرة فقط وإن كانت قائمة أو بعروق تفترش فهى نجمة وجمعها نجم ومنه أيضاً القثاء والقرع.

(القرطبى)

(stock) dove — يمام/حمام برى

يتبع مع غيره من كثير من الطيور عائلة Columbidae وهى عائلة تشمل الحمام pigeons. واليمام يشير إلى أعضاء العائلة الأصغر بينما الحمام يشير إلى الأعضاء الأكبر. واليمام يصطاد. وهى تنظف eviscerated وتحضر للطبخ وتطبخ مثل الحمام واللحم بقدر بواسطة الكثير.

(Ensminger)

يوْد

iodine — اليود

الخواص properties

يوجد اليود فى قشرة الأرض بتركيزات تبلغ تقريباً ٥٠٠ ميكروجرام/كجم. واليود المعدنى نادر وإن وجد على هيئة أيودات.

ومعظم اليود فى التربة ينشأ عن الجو وتحتوى محيطات العالم على ٦٠ ميكروجرام/لتر من اليود كيوديد iodide وأيودات iodate. واليود الموجود فى البحار يتطاير من سطح البحر أو كرذاذ للماء (جسيمات ملح) ومن بخار اليود أو بخار يوديد الميثيل ومصدر آخر لليود هو حرق الحفريات fossil fuels.

وتركيز اليود فى الأغذية منخفض وعموماً الكمية الموجودة فى الحبوب والفواكه والخضر تعكس محتوى اليود فى التربة وماء الرى والأسمدة. والأغذية البحرية – سواء النباتية أو الحيوانية – تركز اليود من ماء البحر وبذا تحتوى نسباً عالية من اليود. واللحم والبيض ومنتجات الألبان – وهى أغذية من أصل حيوانى – تعكس كمية اليود فى ماء الشرب والغذاء والعلف. واليود الإضافى يأتى من إضافات كلحس الملح salt licks ومن الأدوية المعطاة للحيوانات ومن الأيودوفور iodophor المستخدم فى التصحاح (لتنظيف الحلمات أو

الأجهزة). والأغذية المعاملة تحتوى اليود من مضافات الأغذية مثل أيودات الكالسيوم المستخدم كمهيىء للعجين dough conditioner فى الخبيز والاريثروسين erythrosine المستخدم كملون أحمر للأغذية ولو أن إتاحته البيولوجية منخفضة. وكذلك من اليوديد فى الملح.

والملح مصدر مهم لليود خاصة حيث يستخدم بمستويات عالية كإضافات غذائية مثل ثانى أيدرويوديد إيثيلين ثنائى الأمين ethylenediamine dihydroiodide (أ.ى.أ.أ EDDI) وهو ٨٠٪ يود حيث أن الغدة الثديية mammary المفرزة للبن lactating لها القدرة على تركيز اليود وإفرازه فى اللبن وكذلك الإستخدام الخاطىء للأيودوفور فى التصحاح حيث يستخدم فى كل خطوة فى معاملة اللبن.

الخواص الفيزيقية والكيماوية

اليود عنصر غير معدنى وهو عضو فى عائلة الهالوجينات ويوجد كعدد من النظائر مع عدد كتلى mass number يتراوح مابين ١١٧ - ١٣٩ وهناك نظير واحد ثابت له العدد الكتلى ١٢٧. وعند درجة حرارة الغرفة يوجد العنصر كمادة صلبة جزىء ذو ذرتين وهو متفاعل جداً كعنصر ونادراً مايوجد كعنصر. وحالات الأكسدة العادية هى -١ (يوديدات iodides)، +٥ (يودات iodates)، +٧ (بيرأيودات periodates). كما توجد مع أرقام تكافؤ +١ (أحادى كلوريد اليود)، +٣ (ثلاثى كلوريد اليود). واليود العنصرى صلب ناعم مزرق- أسود. وعندما يعاد تساميه فإنه يكون بلورات لها ثلاثة محاور تتقاطع عند زوايا قائمة orthorhombic مع بريق معدنى metallic lustre. وعندما يسخن فإنه ينتج أبخرة بنفسجية وهو ينصهر على ١١٣.٦ °م ونقطة غليانه ١٨٤ °م. وهو يتسامى بسهولة نظراً لضغطه البخارى العالى تحت نقطة الإنصهار. ومع ذلك فيمكن وجوده كسائل على الضغط الجوى.

وهو قليل الذوبان فى الماء ولكنه يذوب بسهولة فى محاليل اليوديد المائية نظراً لتكون أيونات عديد اليوديد كما يذوب فى محاليل عضوية حيث يكون معقدات ذات الوان.

ويمكن لليود أن يكون مركبات ثنائية مع كل العناصر فيما عدا الكبريت والسيلينيوم والغازات الثقيلة ولايتفاعل مباشرة مع الكربون أو النتروجين أو الأكسجين. ويتفاعل مع الأيدروكربونات ليكون مركبات اليود. والمعاملة باليود يمكن أن تتحقق بأضافة عامل أكسدة فى وجود قاعدة أو أملاح الزئبق.

واليود عامل مؤكسد خفيف فى محلول حمضى وهو نفسه يمكن أن يتأكسد إلى أيودات فى المحاليل من حمض النيتريك أو الكلورات أو البرومات أو البرمنجنات كما فى المعادلتين (١، ٢):

٣ى٢ + ١٠ أيد ن أ٣ ←———

٦ ى ك أ٣ + ١٠ ن أ + ٢ يد٢ أ (١)

ى٢ + ٢كل أ٣$^-$ ← ٢ى أ٣$^-$ + كل٢ (٢)

وفى المحاليل القلوية يصبح اليود مؤكسدا أقوى نظراً لتكوين الهيبويوديت hypoiodite

ى٢ + ٢ص أ يد ← ص ى + ص ى أ + يد٢أ (٣)

والهيبويوديت يتكسر بسرعة إلى يوديد ويودات (المعادلة ٤):

٣ ى أ⁻ ← ٢ ى + ى أ٣⁻ (٤)

• الفسيولوجى physiology

الإمتصاص والإتاحة الحيوية والنقل وتخزين اليود
absorption, bioavailability, transport & storage of iodine

اليود فى الأغذية أساساً يوجد على هيئة اليوديد غير العضوى (ى⁻ أ) وهذا يمتص بسهولة من المعدة والأمعاء الصغيرة العليا وأشكال اليود الأخرى تختزل إلى يوديد قبل أو بعد الإمتصاص. ماعدا الاريثروسين erythrosine (رباعى أيودو الفلورسين tetraiodofluorescein) وهى صبغة أغذية حمراء ٥٨٪ يود (و/و). وهو حوالى ٢-٥٪ متاح حيوياً. وسرعان مايزال من البلازما بالغدد الدرقية والكلوة والغدد اللعابية وخلايا الغشاء المخاطى للمعدة والغدد الثديية المرضعة lactating mammary glands. واليود فى اليوريا هو أحد طرق تقدير اليود لأن مأخوذ اليود الزيادة عن الإحتياج يفرز أساساً فى اليوريا.

والهرمون الشيروتروفى (هـ.ث TSH) من الفص الأمامى للغدة النخامية pituitary gland ينشط النقل النشيط لليوديد غير العضوى من الدم إلى الغدة الدرقية. وفى خلايا الثيرويد يؤكسد إلى يود ويرتبط بالتيروسين ليكون الهرمونات الدرقية. وهذه التفاعلات تنشط أيضاً بواسطة هـ.ث TSH وهى مخزونة فى الغدد الدرقية مرتبطة بالثيروجلوبيولين وهو جليكوبروتين. وكل اليود فى الجسم حوالى ١٠ - ٥٠مجم للشخص البالغ ومعظم هذا مركز فى الغدة الدرقية كثيروجلوبين. وتطلق الإنزيمات البروتيولوتية الهرمونات الدرقية من الثيروجلوبين بحيث أن الهرمونات تنتشر فى الدم (اليود فى الجسم يبلغ ١٠ - ٥٠مجم مركز فى الثيروجلوبين). وفى الدم الثيروكسين (ث٤ T_4) يوجد أساساً مرتبطاً بالجلوبين والألبيومين. وإفراز الهرمونات الدرقية فى الدم ينظمه هـ.ث TSHخلال نظام تغذية خلفية حيوية. وعندما يكون اليود الغذائى كاف تنتج الهرمونات الدرقية بكميات عادية عند مستوى منخفض من هـ.ث TSH وإذا كان اليود الغذائى محدوداً يزداد إفراز هـ.ث TSH وهذا يشجع أخذ اليود بواسطة الغدة الدرقية. والغدة الدرقية تختزن هرمون ثيرويد كفاية ليعطى عدة أشهر فى حالة أن اليود يكون غير متاح.

وظائف اليود فى الجسم

يدخل اليود فى تركيب هرمونات الغدة الدرقية ثيروكسين ٣، ٥، ٣/، ٥/-رباعى أيودوثيرونين أو ث٤ T_4، ٣، ٥، ٣/-ثلاثى أيودوثيرونين أو ث٣ T_3. وهى جزيئات مُؤَيْدَة iodinated للحمض الأمينى الضرورى تيروسين (الصورة ١). واليود يمثل ٦٥٪ من وزن ث٤ T_4، ٤٩٪ من وزن ث٣ T_3. وهى تنظم الأيض الخلوى. والهرمونات يحتاج إليها لنمو الأطفال ونضوج عظامهم. وفى الأطفال الصغار وجود الهرمون ضرورى لتقدم النظام العصبى المركزى فى السنتين الأوليتين. وهرمونات الغدة الدرقية تسرع من تفاعلات الخلايا فى كل خلايا الجسم تقريباً مما يزيد من إستهلاك الأكسجين ومعدل الأيض الأساسى. وهى تشجع تخليق

الجليكوجين وأخذ القناه الهضمية للجلوكوز والجالاكتوز وأخذ الجلوكوز بواسطة الخلايا الدهنية، وهى تزيد تحليل الدهون lipolysis وأكسدة الأحماض الدهنية المنفردة وتخليق البروتين وهى تخفض من كوليسترول السيرم بزيادة إزالة الليبوبروتين منخفض الكثافة (ل.خ.ك LDL).

تيروسين (أ)

ثيروكسين (ب)

ثالث أيودوثيروتين (ج)

صورة (١): (أ) تيروسين. (ب) ثيروكسين (٣، ٥، ٣/، ٥/ رباعى ايودوثيرونين (ث، T_4)).
(ج) ٣، ٥، ٣/ ثلاثى ايودوثيرونين (ث، T_3).

متطلبات اليود ومصادر الأغذية

مقادير العناصر الغذائية الموصى بها يومياً لليود هى ١٥٠ ميكروجرام فى اليوم والملح الميود طريقة ذات كفاءة عالية لمنع نقص اليود.

والأغذية العالية فى اليود هى التى بها مضافات تحتوى يوداً مثل مهينات العجين المحتوية على يودات iodate وصبغة الغذاء الحمراء أريثروسين والملح الميود وبعض أنواع الحشائش البحرية *Nereocystis* ، *Ecklonia* ، *Fucus* ، *Laminaria* أيضاً عالية جداً فى اليود. وكذلك اللبن ومنتجاته.

ومحتوى اليود فى الأغذية يختلف تبعاً للتربة والماء للمواد النباتية وفى المواد الحيوانية للحيوان. والجدول (١) يعطى بعض محتويات الأغذية من اليود.

جدول (١): محتويات بعض الأغذية من اليود.

الغذاء	اليود فى الحصة (ميكروجرام)	الحصة[أ] serving جم
الألبان العقبة	٧٢	١٤٩
السمك	٧٢	١٠٠
اللبن الزبادى والجبن الكوخ	٦٠	٢٤٠
البقول	٥٨	٩٥
أطباق مختلفة	٥٦	٢٢٥
الحبوب مطبوخة	٤٥	١١٤
بيض	٣٢	٥٣
اللحم والدواجن	٢٠	١٠٠
منتجات الحبوب	٢٠	٣٩
حبوب الإفطار المعدة للتناول	١٩ [ب]	٣٧
جبن	١٤	٢٨
عقبة الحبوب	١٣	٥٧
الشوربة	١٢	٢٤٤
لنشون	٧	٣٣
الخضر	٦	٩٩
عصير فواكه	٣	٢٥٠
حلويات	٣	٢١
النقل	٢	٢٨
الفواكه	٢	١٢٤
المشروبات	١	٢٥٧
الدهن والصلصة	١	١٤

(أ) الحصة متوسطة وتختلف حسب الغذاء.

(ب) فيما عدا الحبوب المحتوية على أريثروسين.

نقص اليود iodine deficiency

نقص اليود فى الغذاء يؤدى إلى نقص ث، T_4 وزيادة هـ‌ث TSH. وتحت تأثير هـ‌ث TSH تصبح الغدة الدرقية فوق نشطة مما يؤدى إلى ضخامة hypertrophy وازدياد الجبلة hyperplasia وهذا يعرف بتضخم الغدة الدرقية goitre المزمن endemic. وتختلف أحجامه مما يعيق المرىء والرغامى trachea ويتدخل مع التنفس والتكلم. والنقص طويل المدى فى اليود يؤدى إلى نقص مستويات الهرمونات الدرقية مما يسبب قصور الغدة الدرقية الوذمة المخاطية myxoedema. وخصائص هذا المرض نقص فى معدل الأيض والتعب وعدم تحمل البرد وزيادة الوزن ووجه منتفخ puffy وجلد جاف وصوت خشن ووذمة وسهولة الجرح وجفون متدلية وعدم إهتمام عقلى ومشاكل مع التوازن coordination. وهذه العلامات عكسية بالعلاج باليود. ونقص اليود أثناء نمو الجنين والطفولة والطفولة المبكرة قد ينتج عنه قماءة cretinism وهذه النتيجة غير عكسية تتميز بنمو متاخر وتأخر عقلى وصمم ومشاكل عصبية. وقد يحدث أن تتضاعف الحالة بإستهلاك معطلات اليود goitrogens وهذه مواد تعطل أخذ الغدة لليود أو تعطل إدخال اليود فى التيروسين. والأغذية المحتوية على معطلات اليود هى الخضروات من جنس *Brassica* ومنها الكرنب والبروكولى واللفت ثم الكاسافا والبطاطا والدخن millets.

سمية اليود

التعرض ليود زائد حدث عن طريق الأغذية والماء والأدوية ومضافات الأغذية وقد ينتج عنها أمراض كثيرة مثل الدراق/التهاب الغدة الدرقية thyroiditis وتضخم الغدة الدرقية goitre وقصور الغدة الدرقية وتفاعلات حساسة وبعض الردود الحادة و فرط الدراق/زيادة نشاط الغدة الدرقية hyperthyroidism.

إضطرابات نقص اليود

إضطرابات نقص اليود (ض/ط.ن.ى IDD) تشير إلى كل التأثيرات من نقص اليود على النمو والتقدم وتحل محل مصطلحات تضخم الغدة الدرقية المزمن endemic goitre والقماءة cretinism وهى أوسع وتغطى تأثيرات أكبر.

نقص اليود: نقص اليود يعود إلى أن اليود ضرورى أثناء التكوين الحيوى للهرمونات الدرقية أساساً الثيروكسين أو رباعى أيودوثيرونين (ث، T_4) والذى يتحول إلى ثلاثى أيودوثيرونين (ث، T_3) وهو عنصر آثار أو مغذ صغير trace element or micronutrient ويوجد فى الجسم بكميات صغيرة جداً (١٥ - ٢٠مجم) ومتطلباته للنمو الطبيعى هى ١٠٠- ١٥٠ ميكروجرام/شخص/يوم. ويأتى ٩٠٪ من اليود من الغذاء، ١٠٪ من ماء الشرب. وملح ماء البحر يحتوى كميات يمكن تجاهلها من اليود لأن طريقة التبخير تؤدى إلى إنتاج ملح قد فقد اليود والماء.

عوامل مولدة للدراق goitrogenic factors

قد يحتوى الغذاء أو الماء على مواد معينة تسمى معطلات اليود goitrogens تنقص الإتاحة الحيوية لليود ومنها الثيوسيانات وتوجد فى الكاسافا والكرنب والدخن. كما أن أخذ كميات كبيرة من الكالسيوم قد ترسب اليود أو تزيد الإفراز الكلوى وبذا تنقص الإتاحة الحيوية ولكن هذا يمكن إهماله فى التغذية العملية.

و ١٤٪ من سكان العالم يعيشون فى مناطق ينقصها اليود ولذا فهم فى خطر ض/ط.ن.ى IDD ومعظمهم فى آسيا ، ٢٠٠ مليون منهم فى أفريقيا.

تضخم الغدة الدرقية goitre .

تضخم الغدة الدرقية/الجو يتر هو غدة درقية أكبر من العادى وهى أكثر أنواع نقص اليود الذى يسبب نمو الغدة خلال إنتاج زائد من الهرمون المنظم هـ.ث TSH.

نقص التدرقن hypothyroidism

هى حالة فيها الجسم لايصل إليه كفاية من هرمون الغدة الدرقية. وهو يعرف فى البالغين بالوذمة المخاطية myxoedema والكسل sluggishness والخمول والجلد الجاف والصوت الخشن وعدم تحمل البرد والإمساك وفى الأطفال يتأخر النمو ويحدث تأخر عقلى.

القماءة المزمنة endemic cretinism

القماءة المزمنة endemic cretinism تشير إلى عيب خلقى congenitol وتأخر نمو شديد وتأخر عقلى غير عكسى مع السُلْعَة القِرنيَّة endemic goitre ويجب تفرقته عن قماءة فُرادية sporadic cretinism والذى يشير إلى نقص تدرقن خلقى congenital hypothyroidism.

فشل تناسلى reproductive failure

النساء فى الأماكن التى ينقصها اليود يتعرضون أكثر للإجهاض miscariages ويولد الأولاد ميتين ومشكلات أخرى فى الحمل والإكثار.

الإختلافات فى مظاهر ض/ط.ن.ى IDD

هناك إختلافات كثيرة فى مظاهر ض/ط.ن.ى IDD حيث يكون نقص اليود متشابه ولكن الأسباب غير معروفة.

العلاج والمنع

العلاج هو إعادة الغدة الدرقية لطبيعتها ولذا تعطى أدوية للغدة الدرقية أو يضاف اليود.

والمنع هو تصحيح نقص اليود بإضافة يود على نطاق واسع والذى هو علاج أيضاً للأشخاص والأشياء التى تم إضافة اليود لها هى الملح والزيت والخبز والماء وفى السودان يجرب السكر الميوّد ولكن أكثرها إنتشاراً الملح الميوّد والزيت الميوّد.

الملح الميوّد iodized salt

مزايا إضافة اليود للملح أن كل فرد يستخدمه. وينصح فى بلاد الغرب بمستوى ميوّدات تسمح بمأخوذ يومى على الأقل ١٥٠ ميكروجرام/شخص أو بين ٢٠ - ٦٠ مجم/كجم ملح. وفى أفريقيا نظراً لإرتفاع نسبة الرطوبة ودرجات الحرارة العالية والتعبئة السيئة والتأخر فى النقل وبيع الملح مكشوفاً فإنه ينصح بـ ١٠٠ مجم/كجم ملح.

الزيت الميوّد iodized oil

الزيت الميوّد هو البديل للملح الميوّد خاصة فى الأماكن شديدة النقص أو حيث لايمكن البدء ببروجرام ملح ميود مباشرة. وهو يقدم على هيئة إما من الفم أو تحت العضل intramascular وحقنة واحدة تعطى مخازن كافية لمدة ٣-٥ سنوات. والجرعة ٤٨٠مجم فى اليود (١ مل) للأشخاص ١ سنة أو أكثر، ٢٤٠جم (٠,٥ مل) يود لأقل من ١ سنة. أما عن طريق الفم فالجرعة ٤٨٠ مجم يود (١مل) فتعطى يوداً يكفى ١ - ٢ سنة.

التدرقن الناتج عن اليود

iodine-produced thyroidism

حالات قليلة من دراق مفرط hyperthyroidism وصفت فى أماكن حيث هناك بروجرامات لمنع نقص اليود بإستخدام الملح والخبز والزيت والحالة محصورة فيمن هم أكثر من ٤٠ سنة ويمكن ضبطها بأدوية مضادة للغدة الدرقية أو باليود المشع.

والحساسية لليود iodism نادرة جداً وهى تعرف بالطفح الجلدى skin rash.

(Macrae)

دورة اليوريا urea cycle

أنظر: أحماض أمينية.

يورينيس/جوز الشجل المسهل tang oil-tree

أنظر: جوز الشجر المسهل.

تصويب الأخطاء

ملاحق - ملا

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
		مختصرات	
٢	٢	ثانى	ثنائى
٣	٨، ٩	رابع	رباعى
		Abbreviations	
٢	١٢	د.م	د.أ
٢	١٥، ١٦	ريبونيوكليك	ريبونيوكلييك
	٢٠	ثانى	ثنائى
		حرف أ	
٧	٢	Elaeaganaceae	Elaeganaceae
٤٧	٨	salvadoraceae	Salvadoraceae
١٤٤	٢٦	حملقية	حمقلية
١٦١	٥	Ananas	*Ananas*
		حرف ب	
٦	١٤	Solanum melongena	*Solanum melongena*
٩٠	٣	Triticum restivum	*Triticum restivum*
	٤	T. compactum	*T. compactum*
		T. sphaerococcum	*T. sphaerococcum*
١٨٣	آخر سطر	مسطح	سطح
٢٠٠	٢٢	يحملىء	يحلمىء
٢٣٦	١	Tog	Tag
٢٨٨	٢	Medicago sativa	*Medicago sativa*
٣٠١-٣٠٤		الأسماء العلمية للكائن أو المرض غير مائلة (Italic)	جميع الأسماء العلمية للكائن أو المرض بخط مائل (Italic)
٣٣١	٢	البالول/البلال/الماء	البالول/البلال/الماء (مع خط أعلاه وخط أسفله)

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
		تابع: حرف ب	
٣٦٧	٥	ن.م	نم
٣٧١-٣٧٣		أسماء الفطر والخمائر والبكتيريا ليست بخط مائل	جميعها بخط مائل (Italic)
٣٧٧	٢	Beta vulgaris	*Beta vulgaris*
٣٧٩	١١-١٣	الأسماء العلمية ليست بخط مائل	جميعها بخط مائل (Italic)
٣٨٥	آخر سطر	العنيبة	العنبية
٤٠١	٢٨	Barbus	*Barbus*
		حرف ت	
١٨	١٠	تركيب	نسب
٣٠	أول سطر	عصير ...	٥) عصير ...
٣٢	٢٠	تلبد: (قبل تلف)	تلبد: أنظر ملبدات
٦٠	١٠	المخزونة	المخزون
٦٨	١٤	miraberry	miracleberry
	٢٠	عنيبات	عنبيات
		حرف ث	
٣	١٣	V = n (f) ηr	V = 6 r (f) / ηr
	١٧	الطول	الطور المستمر
		حرف ج	
٨	٦	Crucifera	Cruciferae
٣٧	١٤	sowthiole	sowthistle
١٠٠	١	جفلية	جفلبة
١٣٠	١٩	Stubart	Stobart
١٥٠	٥	ميكانيزم	آلية
١٩٣	٤	التجفيف	التجميد
٢١٢	آخر سطر	الفوق	الفرق
٢١٦	١١	Myristreaceae	Myristicaceae
		١٠٠٠ جم	١٠٠ جم

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
		حرف ح	
٤٩	قبل الأخير	السكوربك	الاسكوربيك
١٩٤	١	ج يد	جيد
٢٨٩	١٥	البكترويت	إليكتروليت
٣٠١	١	الحوت القائد دى	الحوت القائد ذى
		حرف خ	
١٣٧	٨	HIST	HTST
	١٣	الانسانية	الأساسية
		حرف د	
١٤	أول سطر	تدخين .... smoking	تدخين .... smoking
٢٣	١٥، ١٧	الدخن	الدُخْن
٣١	٦	dokko	dokka
		حرف ر	
٦٩	٢٣	العصير	العبير
	٢٥	compound	compounds
٨٠	آخر سطر	ريبوزومات	ribosomes
		أنظر: أحماض نووية	تزال جميعها
		حرف ز	
١٨	١٧	تترددو	تترودو
٧٥	آخر سطر	أضف	أنظر: أتم
		حرف س	
٢٧	٥	(٣)	(٤)
٢٠١	١١	محملاً	محلماً
٢٢٣	الأول	مهمة	المهمة

الصفحة	السطر	الخطأ	الصواب
		تابع: حرف س	
٢٢٤	١٨	selenosysteine	selenocysteine
٢٢٥	١٠	دورة	دور
		حرف ش	
٢	١٠	اليكترونات	اليكتروليتات
		حرف ض	
٣٦	٤	الضغط العالى فى تقنية الغذاء	الضغط العالى فى تقنية الغذاء
		حرف ط	
٨	٣	لإزالة	لأفران
		حرف ع	
٩	١٣	الصلب	الصلبة
		حرف ف	
٧	٢٣	الحلق	الحلف
		حرف ق	
٣	١	قرصعتة	قرصعنة
	٩	الخلز	الخل

المراجع

ملاحظة: الأسماء التى تحتها خط هى الأسماء التى استعملت فى المتن.

أولاً: باللغة العربية

أبو بكر جابر الجزائري: منهاج المسلم: كتاب عقائد وآداب وأخلاق وعبادات ومعاملات، الطبعة الثانية ١٣٩٦هـ - ١٩٧٦م.

أحمد شفيق الخطيب Al-Khatib, Ahmed Sh.: معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية، إنجليزى - عربى A New Dictionary of English - Arabic Scientific & Technical Terms. مكتبة لبنان Librarie Du Liban، الطبعة السادسة ١٩٨٤ Sixth Edition 1984

أحمد قدامة: قاموس الغذاء والتداوى بالنبات، دار النفائس. الطبعة السابعة ١٩٩٢.

أمين رويحة: التداوى بالأعشاب، دار القلم - بيروت - لبنان - الطبعة السابعة ١٩٨٣.

السيد أحمد جهاد: الإبل العربية، إنتاج وتراث؛ الشركة العربية للنشر والتوزيع، القاهرة ١٩٩٥.

أنور طلبة: التشريعات التموينية، دار المطبوعات الجامعية ١٩٨٤.

جمال أحمد شلبى: السواك والصحة العامة، أهرام ٩٣/٣/١٢.

جمال الدين حسين مهران: " والوالدات يرضعن أولادهن حولين كاملين "، أهرام ١٩٩٣/٣/١٤م.

حسن أحمد بغدادى وفيصل عبد العزيز المنيسى: الفاكهة وطرق إنتاجها، دار المعارف ١٩٦٤.

حسين عثمان: الجامعة: مقوماتها، رسالتها، تنظيمها، مطبعة معهد دومبوسكو ١٩٧٢ - ١٧٠ صفحة.

حسين عثمان أحمد عثمان: معجم علم وتقنية الغذاء. إنجليزى - عربى - فرنسى. ابتدأ نشر المداخل الإنجليزية فى مجلة اللسان العربى العدد ٣٧ - ١٤١٣هـ - ١٩٩٣م. ص ٢٣٨ - ٢٧٣. مكتب تنسيق التعريب. المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم.

حسين عثمان: معجم علم وتقنية الغذاء. إنجليزى - عربى. مكتبة المعارف الحديثة، ١٩٩٨.

حسين عثمان ويحيى جمال الدين محرم ومحمد رمضـان بكـر: المصـادر النباتيـة الدهنيـة البروتينية. كلية الزراعة – جامعة الإسكندرية – ١٩٨٥، ٣٠٠ صفحة.

سمير الميلادى: التغذية والمسنين، محاضرة فى كلية الزراعة، جامعة الأسكندرية فـى أكتوبـر ٢٠٠١م.

معجم الشهابى فى مصطلحات العلوم الزراعية. Chihabi's Dictionary of Agricultural & Allied Terminology. إنجليزى – عربى English – Arabic. مكتبـة لبنـان Librarie Du Liban. المحرر: أحمد شفيق الخطيب Edited by: Ahmed Sh. Al-Khatib. ١٩٨٢ – 1982.

معجم المصطلحات الهندسية. إنجليزى – عربـى. Dictionary of Technical Terms. English – Arabic.

عادل مصطفى زكى. لحم النعام كبديل للحم الأحمر، محاضرة: الجمعيـة العلميـة للصناعـات الغذائية: سنة ٢٠٠٠-٢٠٠١.

على أحمد على عبدالنبى: تكنولوجيا الزيوت والدهون، مكتبة المعارف الحديثة (من سلسلة علوم وتقنية الأغذية) ٢٠٠١.

قرآن كريم.

القرطبى، أبو عبد الله محمد بن أحمد الأنصارى: الجامع لأحكام القرآن: الجزء السادس، الهيئـة المصرية العامة للكتاب، ١٩٨٧.

محمد صلاح عبد الونيس، نجوى فايز الشبراوى، فايزة أحمد لطفى، صفوت يوسف زخـارى، برنهارد هو ماير: تعريفات، مصطلحات نباتية وفنية فى تكنولوجيا التقاوى. Glossary of Botanical & Techhnical Terms in Seed Technology. الإدارة المركزية للتقاوى، مشروع تحسين التقاوى ووزارة الزراعة – جمهورية مصر العربيـة. يونيـو ١٩٩٣.

محمد على الصابونى: صفوة التفاسير، دار الصابونى للطباعة والنشر والتوزيع. الطبعة التاسـعة ١٤١٠هـ – ١٩٨٩م.

محمد متولى الشعراوى: خواطره حول القرآن الكريم. الوجه الثانى للشريط ٤٥ – الأيـة ٢٤٩ من سورة البقرة (٢).

محمد محمود يوسف، رمضان شحاتة عطية وحامد مرسى زينة: تكنولوجيا البقول، مكتبة المعارف الحديثة (غير مؤرخ – حوالى سنة ٢٠٠٠م).

منير البعلبكى Baalbaki, Munir: المورد Al-Mawrid. قاموس إنجليزى – عربى English – Arabic Dictionary. دار العلم للملايين – بيروت ١٩٨٣.

ميلاد بشاى Bishay, Gh. Milad: المعجم الطبى الحديث، إنجليزى – عربى. Bishay's New Illustrated Dictionary – English – Arabic Dictionary. مكتبة الأنجلو المصرية ١٩٩٤.

ندوة: نظرة إلى المستقبل (١) مؤتمر الإسكندرية الرابع لعلوم وتكنولوجيا الأغذية من ٢– ٤ مارس ١٩٩٩. مقرر الندوة: حسين عثمان. المتحدثون: ١– محمد جمال الزينى: الحفظ البيولوجى للأغذية مع علاقته بأبحاث بكتيريا حمض اللاكتيك. (٢) منال سعيد توفيق: تفاعل الغذاء ومواد التعبئة. (٣) أشرف نصر الدين حسن: مجهر الليزر الماسح متحد البؤرة – عصر جديد فى بحوث الأغذية.

نظيرة نقولا وبهية عثمان: أصول الطهى النظرى والعملى. الطبعة الثانية – مكتبة النهضة المصرية ١٩٥٧.

ب. هومير، فايزة لطفى، صلاح ونيس B.Homeyer, Fayza A. Lotfi & M. Salah Wanis: الإدارة المركزية للتقاوى، مشروع تحسين التقاوى – وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية. تعريفات عن مصطلحات التقاوى Glossary of Seed Technology. مارس ١٩٩١.

ثانيا : اللغات الأجنبية

Abou-El-Khier, Yaldes Ibrahim Ahmed Studies on wet decortication of sesame seeds M Sc. Thesis, in Food Science & Technology. Faculty of Agriculture, University of Alexandria June 1986.

R.N.Adsule, S.S Kadam & N.R. Reddy. Lectins, in Salunkhe & Kadam. CRC Handbook of World Food Legumes. V.1. p. 135 – 144, 1989.

R N.Adsule, S.S. Kadam & H.K. Leung: Lentil in Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of World Food Legumes V.II. p. 131 – 152, 1989.

R N.Adsule, S.S. Kadam & D K. Salunkhe· Lathyrus bean, in D.K. Salunkhe & S S Kadam Ed CRC Handbook of World Food Legumes. Vol. II p 115 – 130, 1989.

R N.Adsule, S.S. Kadam & D K. Salunkhe. Green Cram in Salunkhe & Kadam CRC Handbook of World Food Legumes. Vol. II pp.65 – 89, 1989.

Aggarwalda, A.C. and Sharma, R.M.: A laboratory manual of milk inspection. Asia Publishing House, 1961.

A Yusuf Ali: THE HOLY QURAN. Text, Translation & Commentary The Islamic Foundation 1975.

Encyclopedia Americana: Encyclopedia Americana Corporation Grolier Inc. 1993.

Apple white, L; Otwell, W.S; Marshall, M.: Effect of kojic acid on pink shrimp phenoloxidase: 15th Annu. Conf.: Tropical & Subtropical Fisheries Technological Conf. of the Americas in 2. Joint Meet. with Atlantic Fisheries Technology Conf. Orlando, Fl. (U.S.A.) 2 – 5 Dec. 1990.

David Arnold: Famine; Social Crisis & Historical change. Basil Blackwell 1988.

Arroyo-G; Prestamo-G.: Response of contaminant microorganisms in vegetable products to the action of high pressures; Alimentaria; No 273, 103 – 108, 1996

Arthur, L.; Casadei, E.: Chemical treatment of prawns in Mozambique. FAO 1989 no 400 pp. 296 – 300. Proceedings of the FAO Expert Consultation on Fish Technology in Africa, Abidjan, Cote D'Ivoire, 25 – 28 April 1988

Asigna, C.F.: Acerola, in Tropical & Subtropical Fruits, editors S. Nagu & P.E. Shaw, AVI Publishing, Inc 1980

R.S Attia, A.M. El-Tabey Shehata, M.E. Aman & M.A Hamza: Effects of ripening & parching on the quality characteristics, the chemical composition & nutritive value of chickpea (*Cicer arientimum L.*). J Sci. Food Agr. 1994 65, 385 – 390

R.S. Attia, A.M. El-Tabey Shehata, M E. Aman & M.A.Hamza: Effect of cooking & decortication on the physical properties, the chemical composition & the nutritive value of chickpea (*Cicer arientinum L.*). Food chemistry 50 (1994) 125 – 131.

V.S Bahar, S.S. Kadam & D.K. Salunkhe: Jack Bean in D.K. Salunkhe & S.S. Kadam, Ed. In CRC: Handbook of World Food Legumes. V.II. p. 107 – 113, 1989

W.B. Bald. Ed.: Food Freezing: Today & Tomorrow. Springer – Verlag 1991 (Springer Series in Applied Biology).

W B BALD: Ice Crystal Growth in Idealised Freezing Systems in W.B. Bald. Food Freezing: Today & Tomorrow Springer Verlag 1991 p. 67 – 80.

Elizabeth A Baldwin; Surface Treatments and Edible Coatings, in Food Preservation, Ch. 20, in, M. Shafiur Rahman (ed.), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc., 1999.

Barker, Lewis M.: The Psychobiology of Human Food Selection, AVI Pub. Co. 1982

Barnhart, Robert K: Hammond Barnhart Dictionary of Science. Hammond Inc. 1986.

Bauwens, Eleanor E.: The Anthrpology of Health, V. Mosby 1978.

M.J. Baxter, J.A. Burrell, H.M. Crews and R.C. Massey: Aluminium in Infant formulue and leaching during cooking in Massey & Taylor: p. 77 – 87, Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry, Special Publication, no 73, 17th May 1988; 1989.

E. Lovell Becker: International Dictionary of Medicine & Biology. John Wiley & Sons 1986.

Becker, Robert & Grace D. Hanners: Carbohydrate composition of cereal grains in Handbook of Cereal Sci. & Tech., Marcel Dekker, Inc. 1991

H.D. Belitz & W. Grosch; Food Chemistry; translated from the Fourth German Edition by M.M. Burghagen, D. Hadziyev, P. Hessel, S. Jordan and C. Sprinz, Springer Verlag 1999.

P.S. Belton: The physical state of water in food in W.B. Bald, Food Freezing: Today & Tomorrow Springer-verlog 1991, p. 1 – 14.

Bender, Arnold E.: Dictionary of Nutrition & Food Technology Newres-Butter worths

Bender, Arnold E.: The facts of food.

David A. Bender: Nutritional Biochemistry of the Vitamins, Cambridge University Press. 1992 pp. 431.

Carolyn Berdanier: Dehydroepiandrosterone (DHEA): Useful or Useless as an Autiobesity Agent? Nutrition Today: Vol. 28, No. 6 Dec. 1993 p. 34 – 38.

Bestuzheva, K.T.: Chemical composition of camel milk and colostrum. Konevodstvoi Konnyi Sport, 34: 19, 1964.

Biance, W.: Reviews of the progress of dairy science. Section A. Physiology: Cattle in a hot environment. J. Dairy Research, 32: 291-345, 1965.

Bianchini, F. & F Corbetta: The Complete Book of Fruits and Vegetables, Crown Publishers, Inc. N.Y. 1976.

J.D. Birchall & J.S. Chappell: The chemistry of Aluminium & Silicon within the biological environment in Massey & Taylor; Proceedings of a symposium of the Royal Society of Chemistry, Special Publication no. 73 17th May, 1988; 1989.

Bishay, Milad Gh Bishay's New Illustrated Medical Dictionary 1982

ميلاد بشاى. معجم المصطلحات الطبية والعلمية الحديث ١٩٨٢.

G Blond & B. Colas Freezing in Polymer-water Systems in W.B Bald, Food Freezing; Today & Tomorrow Springer-Verlog. 1991 p. 27 – 44

Boakes, Robert A., D.A Popplewell & Michael J. Burton: Eating Habits; Food, physiology & learned behaviour. John Wiley & Sons 1987.

Bock, Margaret Ann: Minor constituents of cereals in, Lorenz, K.J & Karel Kulp Handbook of Cereal Sci. & Tech., Marcel Dekker, Inc., 1991.

Braun – Jensen – L; Skribated-LH: High pressure effects on oxidation of nitrosylmyoglobin; Meat Science, 44 (3) 145 – 149, 1996.

Lesley Bremness: Herbs Eyewitness Handbooks, Dorling Kindersley 1994.

Brennan, J.G. J.R. Butters, N.D. Cowell and A.E.V.Lilly: Food Engineering Operations; Elsevier Publishing Co 1969.

ASA Briggs· The Longman Encyclopedia, 1st Edition Longman 1989.

Raymond Brouillard: Chemical structure of Anthocyanins in P. Markakis; Anthocyanins as food colors. Ch.1 pp. 1 – 40, Academic Press, 1982.

M.H. Brown: Microbiological Aspects of Frozen Foods in W.B. Bald; Food Freezing, Today & Tomorrow Springer-Vorlag, 1991 p. 15 – 26.

Coralie Bryant, ed.: Poverty, Policy & Food Security in Southern Africa. Lynne Rienner Publishers, Boulder, Colorado. U.S A. 1988

Buchheim, W.: Ultra High pressure Technology, Proceedings of the 25th International Dairy Congress, Aarhus 21st – 24th September 1998.

Buckenhüskes, H.J.; Functional Food; A Lecture delivered at the Dairy Department, University of Alexandria, Alex., Egypt, in February 2000.

Carballo-T, Fernandez-P, Carsacosa-AV., Solas-MT, Jimenez-Colmenero-F Characteristics of low & high-fat beef patties: effect of high hydrostatic pressure. Journal of Food Protection; 60 (1) 48 – 53, 1997.

J.K. Chavan & S.S. Kadam: Protease Inhibitors in Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. V.1 p.123 – 133.

J.K. Chavan, S.S. Kadam & D.K Salunkhe: Storage, in Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of Wold Food Legumes, 1989. V.3. p.8 – 120.

J.K Chavan, S.S. Kadam & D.K. Salunkhe. Chick pea in Salunkhe & Kadam· CRC Handbook of Wold Food Legumes, 1989. V.I. pp.247 – 288.

J.K Chavan, S.S. Kadam & D.K. Salunkhe: Cowpea, in D.K. Salunkhe & S.S. Kadam CRC Handbook of Wold Food Legumes; 1989. V.II, 1 – 21.

J.K. Chavan, L.S. Kute & S.S. Kadam: Broad bean in Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of Wold Food Legumes, 1989. V. I p. 223 - 245

Kirk-Othmer; Concise Encyclopedia of Chemical Technology. Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons Inc. 1985

Chen, -Hsing Chen; Chen,-Kun-Shang: Isolation of chitinolytic bacteria & their hydrolytic activity on shrimp, Proc. Natl. Sci. Counc. Rep. China Part B 1991 Vol. 15. no 4 pp 233 – 239.

Chen, J.S., Wei, C.I.; Rolle, R.S.; Marshall, M.R.: Inhibitory effect of kojic acid on some crustacean polyphenoloxidase; 15th Annu Conf.: Tropical & Subtropical Fisheries Technological Conf. of the Americas in 2. Joint Meet with Atlantic Fisheries Technology Conf., Orlando, Fl. U.S.A. 2 – 5th Dec. 1990.

Christopher Morris, Ed. Academic Press. Dictionary of Science & Technology Academic Press1992.

Mika Chida: Effect of emusifiers on the physical properties of noodles, Nippon Kasel Gakkatshi, 42 (1) 7 – 15. 1991 Japan. C.F. C.A. 115, 1991.

Okkyung Kim Chung: Cereal lipids in Handbook of cereal Sci. & Tech. Ch. 13 p. 497 – 554, Marcel Dekker, Inc. 1991.

Coffey, Judith: A Pill for Bulimia. American Health. October 1992, p.16.

The Institute of Human Nutrition, Columbia University, College of Physicians & Surgeons; The Columbia Encyclopedia of Nutrition Ed. Myron Winick, B. Morgan, T. Rozovski: & R. Marks-Kaufman. G.P. Putnam's Sons, New York 1988.

Gerald F. Combs, Jr: The Vitamins, Fundamental Aspects of Nutrition & Health. Academic Press, 1992 pp.528.

Dagher, Shawky M. Ed.: Traditional Foods in the Near East with the inputs of, M Mansour (North Africa) M.H.Ragab (Egypt & Sudan), S. Dagher (Eastern Mediterranean & Abd. Musaiger (Gulf). Food & Agriculture Org. Rome 1991.

Dale, Bruce E.: Ethanol production from cereal grains in, Handbook of Cereal Sci & Tech.; Marcel Dekker, Inc., 1991. Ch. 24 p. 863 – 870.

Dawood, A.A.: Fatty acid composition of various meat and adipose tissues in Saudi Arabia: Annals of Agriculture Science, Ain Shams University, 39 (1) 293-306. 1994.

Dawood, A.A.. Physical and sensory characteristics of Najdi camel meat, Meat Science; 39 (1) 59-69, 1995.

Dawood, A.A. & Alkanhol, M.A.: Nutrient composition of Najdi camel meat; Meat Science; 39 (1) 71-78, 1995.

Dawson, Rex M.C., Daphne C. Elliott, William H. Elliot & Kenneth M. Jones: Data for Biochemical Research 3rd ed. Clarendon Press, Oxford 1986.

Day, Avanelle & Lillie Stuckey: The Spice Cookbook, David White Co., N.Y. 1964.

H.T. Delves, B. Suchak and C.S. Fellows: The determination of Aluminium in Foods and Biological materials in Massey & Taylor, Aluminum in Food and the Environment, Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry, Special Publication. no. 73, 17th May 1988, 1989.

S.S. Deshpande, S.K. Sathe & D.K. Salunkhe: Soaking in, Salunkhe & Kadam CRC Handbook of World Food Legumes. V.3 p. 133 – 140, 3 volumes, 1989.

Donnelly, Brendan: Pasta: Raw materials and processing in, Handbook of Cereal Science and Technology. Marcel Dekker, Inc., 1991. Ch. 19 p. 763 – 792.

Dorland's: Illustrated Medical Dictionary W.B. Saunders Co.

Frances D'Souza: Famine Social Security & an Analysis of Vulnerability. Chapter 1 p 1 – 56 in Harrison, F.A. Famine, Oxford Science Publication, 1988

Robert H. Driscoll and Janet L Paterson, Packaging and food preservation, Cha 23. in, M. Shaf Shafiur Rahman, ed., Handbook of Food Presercvation, Marcel Dekker, Inc., 1999.

J R Duffield & D.R Williams: Aluminium in Food & the Environment in Massey & Taylor, Aluminium in Food and the Environment, Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry, Special Publication, no 73, 17th May 1988, 1989.

Darna L. Dufour. Insects as foods. A case study from the North West Amazon American Anthropologists, V. 89, P. 383 – 97 June 81.

Dzhumagulov, I.K.: Chemical composition of camel milk and inheritance of its components following interspecies hybridization. IZV. Akad. Nauk. Kaz., 15: 79-81, 1976

Earnshaw, R.: High pressure, food processing; Nutrition & Food Science, 2, March – April 1996, pp. 8 – 11.

Eckstein, Eleanor F.: Food, People & Nutrition. AVI Publishing Co. Inc 1980.

J.A. Edwardson, A.E. Oakley, R.G.L Pullen, F.K. McArthur, C.M. Morris, G.A Taylor & J.M. Candy in Massey & Taylor p. 20 – 36. Aluminium in Food & the Environment; Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry, Special Publication no. 73, 17th May 1988, 1989.

Elagamy, E.I.: Studies on camel's milk. M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Alex. Univ., Egypt, 1983.

Elagamy, E.I.. Biological activity of protective proteins of camel milk against pathogenic and non-pathogenic bacteria and viruses. Ph.D. Thesis, Fac of Agric., Alex. Univ., Egypt, 1989.

Elagamy, E.I . Camel colostrum I Physicochemical and microbiological study. Alex Sci. Exch., 15 (2). 209-217, 1994a.

Elagamy, E.I.: Camel colostrum II. Antimicrobial factors. Presented in the Workshop on Camels and Dromedaries as Dairy Animals, Naukchott, Mauritania, 24-26 Oct , 1994b.

Elagamy, E.I.: Detection of specific immunoglobulins to human Rotavirus in camel colostrum and normal milk Bulletin of High Institute of Public Health, 29 (2)· 183-188, 1999.

Elagamy, E.I.: Physicochemical, molecular and immunological characterization of camel calf rennet: a comparison with buffalo rennet. J. Dairy Research, 67· 73-81, 2000a.

Elagamy, E.I.· Effect of heat treatment on camel milk proteins with respect to antimicrobial factors: a comparison with cows and buffalo milk proteins J Food Chemistry, 68 (2): 227-232, 2000b.

Elagamy, E.I.: Effect of feeding and environmental conditions on immunity factors concentration in camel milk. Accepted for Publication in J. Dairy Res., 2000c.

Elagamy, E.I.; Ruppanner, R.; Ismail, A.; Champagne, C.P. and Assaf, R Antibacterial and antiviral activity of camel milk protective proteins. J Dairy Research, 59 169-175, 1992.

Elagamy, E.I.; Ruppaner, R., Ismail, A., Champagne, C.P. and Assaf, R Purification and characterization of lactoferrin, lactoperoxidase lysozyme and immunoglobulins from camel's milk International Dairy J., 6. 129-145, 1996

Elagamy, E.I. and Kamal, N.M.: Studies on camel calf rennet. 1. Preparation, storage stability, clotting ability and proteolytic activity. J. Agric Sci. Mansoura Univ , 23 (8): 3861-3868, 1998a.

Elagamy, E.I. and Kamal, N.M.: Polyacrylamide gel electrophoresis is a reliable technique for detection of camel milk mixtures with cow, buffalo, sheep and goat milk. Alex. J. Agric. Res., 43 (1): 25-30, 1998b.

Elagamy, E.I ; Zeinab I. Abou-Shloua and Abdel-Kader, Y.I.: Antimicrobial factors and nutritive value of human milk and other species. J. Agric. Sci. Mansoura Univ., 23 (1): 245-254, 1998a.

Elagamy, E.I.; Zeinab I. Abou-Shloua and Abdel-Kader, Y.I.: Gel electrophoresis of proteins, physicochemical characterization and vitamin C content of milk of different species. Alex. J. Agric. Res., 43 (2): 57-70, 1998b.

El-Difrawi, E.A., M.M. Moussa; Y.M. Hewela & M.M.M. Kandil: Elimination of Cyclopropenoids from CottonSeed Salad Oil. Alexandria J. of Agricultural Research 1981, 29(2): 636 – 644.

Elgassim, E.A. & Alkanhal, M.A.: Proximate composition, amino acids and inorganic mineral content of Arabian camel meat; comparative study; Food Chemistry; 45 (1) 1-4, 1992.

Ann-Charlotte Eliasson & Käse Larsson: Cereals in Bread making: A molecular Colloidal Approach. Food Science & Technology Series. Marcel Dekker, Inc. 1993.

A.R. El-Mahdy: Evaluation of Vicia faba beans as a source of protein and the influence of processing thereon. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Alexandria, Alexandria, Egypt, 1974.

El-Sayed, Samiha M.A.: Chemical & Technological Studies on Sycamore (*Ficus sycamorus*) Fruits. M.Sc. Thesis, Dept. of Food Science & Tech. University of Alexandria 1989.

El-Shimi, N.M. & El-Sahn, Malak: Chemical & Microbiological Quality Attributes of Dry Cured Meat (Bastarma) Samples Produced Locally in Alexandria City. Menofiya J. Agric. Res. Vol. 17, no. 3 1183 – 1196, 1992.

William K. Emerson & Morris K. Jacobsen: The American Museum of Natural History GUIDE To Shells. Alfred A. Knopf 1976

H -U. Endress: Nonfood Uses of Pectin in Walter: The Chemistry & Technology of Pectin, Academic Press, Inc. 1991. Ch. 12. P. 251 – 268.

Ensminger, Audrey H., M.E. Ensminger, James E. Konlande & John R.k. Robson: Foods and Nutrition Encyclopedia, Pegas Press. 1983 .

Katherine Esau: Plant Anatomy. John Wiley & Sons Inc. 2nd ed 1965.

Ethelwynn; Trewavas: Tilapiime Fishes British Museum. Comstock Publishing Associates 1983.

Everett, Thomas The New York Botanical Garden Illustrated Encyclopedia of Horticulture Garland Publishing, Inc. 1981.

Farah, Z.· Composition and characteristics of camel milk. J. Dairy Research, 60. 603-626, 1993

Farb, Peter & George Armelagos. Consuming Passions. The Anthropology of Eating Washington Square Press 1980.

Faridi, Hamed· Soft wheat products, in Lorenz & Kulp Handbook of cereal science & technology; Marcel Dekker, Inc., 1991. Ch 17 p. 683 – 740.

Robert B Fast & Elwood F. Caldwell eds.: Breakfast Cereals & How They Are Made American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Mn U.S A. Third Printing 1993, 1st printing 1990.

F.J. Francis. Analysis of anthocyanins in P. Markakis; Anthocyanins as food colors (Ch 7 pp 182 – 208), Academic Press, 1982.

Fryer, Lee: A Dictionary of Food Supplements Mason/Charter N.Y. 1975

Galazka-VB, Summer-IG; Ledward-DA: Changes in Protein – protein and protein-polysaccharide interactions induced by high pressure; Food Chemistry. 57 (3) 393 – 398, 1996.

Gast, M ; Mauboisj, L. and Adda, J : Le lait et les produits laitiers en Ahaggar. Center Research, Anthr. Prehist. Ethn , 1969.

V.M. Ghorpade & S.S. Kadam: Germination in Salunkhe & Kadam. CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. V.3 p. 165 – 176.

Peter H. Gleick: Water in Crisis, Pacific Institute for Studies in Development, and Security. Stockholm Environment Institute 1993.

N. Goldenberg: Quality Standards and Specifications in the Food Industry in Herschdoerfer: Quality Control in the Food Industry: V.I Ch.8, p. 415 – 462, 1984.

T.W Goodwin: Chemistry & Biochemistry of plant Pigments V.1 & V.2. Academic Press 1976.

N.T. Gridgeman: Tasting Panels: Sensory Assessment in Quality Control in Herschhdoerfer: Quality Control in the Food Industry, V.I Ch.6, p. 299 – 350, 1984.

Hans Grisebach: Biosynthesis of Anthoyanins in P. Markakis; Anthoyanins as food colors. Ch.3 pp. 69 – 92; Academic Press, 1982.

B.N.W. Grout, G.J. Morris & M.R. Mclellan: The freezing of fruits and vegetables in W.B. Bald: Food Freezing, Today & Tomorrow Springer-Verlag: 1991 p 113 – 122.

Bernhard Grzimek: Grzimek's Animal Life Encyclopedia. Van Nostrand Reinhold Co. 1973.

C. Guerrier-Takada & Sidney Altman: Catalytic Activity of an RNA molecule prepared by transcription in vitro. Science 223: 285 – 286, 1984. C.F. Stryer p. 743 & 765.

J. Perry Gustafson, Walter Bushuck and Anna R. Dera: Triticale: Production & Utilization in· Lorenz & Kulp Handbook of Cereal Sci. & Tech., Marcel Dekker Inc., 1991 Ch.9 p. 373 – 401.

Guthrie, Helen A. Introductory Nutrition, Time Mirror / Mosby College Publishing 6th edition 1986.

Hadj-Aly-Salem,M.; Belkhir, M., Amara, H, On the presence of mercury in some marine & Lagoon products in Tunisia, Bull Inst. Natl. Sci Tech Oceanogr Peche Salammbo 1986 Vol 13, pp 5 – 12.

Anne Moyer Halpin: Unusual Vegetables Rodale Press (Emmaus, PA) 1978

Hammond Barnhart: Dictionary of Science By Robert Barnhart with Sol Steinmetrz Hammond, Maplewood N.I., U.S A 1986.

J.B. Harborne Functions of Flavonoids in Plants. Chapter 16 p.736 – 779 in T.W Goodwin, Chemistry & Biochemistry of Plant Pigments, 1976

Robert K Murray, Daryl K. Granner, Peter A Mayes & Victor W. Rodwell Harper's Biochemistry. Prentice Hall, Librairie du Liban 1990.

G. Ainsworth Harrsion, ed.: Famine Oxford Science Publications 1988.

Hartley, J.B.: Camels in the Horn of Africa In: Camels. IFS Symposium, Sudan, pp 109-124, 1979.

J Hawthorne The Organization of Quality Control in Herschdoerfer; Quality Control in the Food Industry V.I, Ch.1, p 1 – 32, 1984.

Heisler, Charles B.: Seed to Civilization, the Story of Man's Food. W.H. Freeman 1973 and 1990

S M Herschdoerfer Ed.: Quality Control in the Food Industry. Academic Press, 4 Vols 1984.

Heywood, Vernon H.: Popular Encyclopedia of Plants, Cambridge Univ. Press 1982

Hirsch-CP.: U.S.; Patent 5 593 714; Methods of pressure preservation of Food products; US 349937 (94/206) (Hirsch, Decatur, GA 30033-3912) 1997.

Eugene A. Hockett: Barley in. Lorenz & Kulp. Handbook of Cereal Chem & Tech., Marcel Dekker, Inc 1991. Ch.3 pp 133 – 199

A.C. Hoefler: Other Pectin Food Products in Walter: The Chemistry & Technology of Pectin. Ch.3 p. 51 – 66, 1991.

C. Holt. The effect of Polymers on Ice Crystal Growth in W.B. Bald; Food Freezing. Today & Tomorrow Spriger-Verlag; 1991 p. 81 – 86.

Y.H Hui,Ed · Encyclopedia of Food Science & Technology. John Wiley & Sons, Inc 4 Vols. 1992.

Ismanadji, I; Sunarya; Surono; Rahman, A : The utilization of shrimp head-waste as shrimp head meal. Sess. Of the Indo-Pacific Fishery Commission Working Party on Fish Technology & Marketing, Yogjakarta, Indonesia 24 – 27th Sep. 1991. FAO. 1992 no 410 Suppl. Pp. 333 – 335.

V Iyer, S.S.Kadam & D.K Salunkhe: Cooking, in Salunkhe & Kadam CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. v.3 p. 141 – 163.

Jackson, Larry: Citrus Growing in Florida. Univ. of Florida Press, Garinsville Fl. 1991

S.J Jadhav, N.R Reddy & S.S. Deshpande: Polyphenols, in Salunkhe & Kadam CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. V.1 p 145 - 161

Johnson; Lawerence A. Corn Production, Processing & Utilization in Lorenz & Kulp. Handbook of Cereal Science & Technology, Marcel Dekker 1991. Chap. 2 pp. 55 – 133.

S.S. Kadam, S.S. Deshpande & N.D. Jambhal: Seed Structure and Composition in D.K. Salunkhe & S S Kadam CRC Handbook of World Food Legumes. Vol I p. 23 – 50 + plates CRC Press 1989.

S S Kadam, S.J. Jadhav & D.k. Salunkhe: Other Antinutritional Factors, in Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. V.I p. 189 – 193.

S.S. Kadam & D.k. Salunkhe: Milling, in Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. V.3 p. 131 – 132.

S.S. Kadam & R.N. Adsule & D.k. Salunkhe: Utilization, in Salunkhe & Kadam· CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. V.3 p. 271 – 310.

S.S Kadam, R.A. Chougule & D.k. Salunkhe: Lupins in D.K. Salunkhe & S.S. Kadam. Ed. CRC Handbook of World Food Legumes, 1989. V.II p. 163 – 175.

S.S. Kadam & D.k. Salunkhe: Horse Gram in CRC Handbook of World Food Legumes. Vol.II pp. 91 – 106, 1989.

KADANS, Joseph M.: Encyclopedia of Fruits, Vegetables, Nuts and Seeds for Healthful Living. Parker Publishing Co. Inc., West Nyack, N.Y. 1973.

Kaul, Pushkar N. & C.J. Cinderman: Drugs & Food from the Sea. Myth or reality? U of Oklahoma 1978

Kirk-Othmer: Concise Encyclopedia of Chemical Technology. John Wiley & Sons 1985.

Knoess, K.H.: Assignment report on animal production in the Middle Awash valley FAO, Rome, 1976.

Knoess, K.H.: Milk production of the dromedary. In: Camels. IFS Symposium, Sudan, pp. 201-214, 1979.

Kon, S.K.: Milk and milk products for human nutrition. FAO Nutrition Serv., 7: 6, 1959.

Kowalchick, Claire & William H. Hylton Eds.: Rodale's Illustrated Encyclopedia of Herbs. Emmaus, Pa: Rodale's Press, 1987

Karel Kulp: Breads and Yeast-Leavened Bakery Products; in: Handbook of Cereal Science and Technology by: K.J. & Lorenz & K. Kulp Marcel Dekker INC 1991 p. 639 – 683 Chapter 16.

Lakosa, I.I. and Shokin, V.A.: Milk production. In: Camels. Science Technical Agric. Publications. Kolos Moscow, pp. 113-120, 1964.

Larusson, T.; Balaban, M.O.; Yerslan, S.; Otwell, W.S.: Application of computer vision to sea food quality evaluation. 15. Annu Conf.: Tropical & Subtropiacl Fisheries Technological Conf. of the Americas in 2. Joint Meeting with Atlantic Fisheries Technology Conf., Orlando Fl., U.S.A. 2 – 5 Dec. 1990.

J. Lavety: Physico-Chemical Problems Associated with Fish Freezing, in: W.B. Bald. Food Freezing: Today & Tomorrow Springer-Verlag; 1991 p. 123 – 132.

K.M Lawande & S.S Kadam: Canning; in: Salunkle & Kadam: CRC Handbook of World Food Legumes, 1989; V.3 P 219 – 225

D W. Lawlor. Photosynthesis· Metabolism, Control and Physiology, ELBS, Longman Group Ltd 1987.

Lothar Leistner, Combined Methods for Food Preservation, Ch. 16, in, M Shafiur Rahman (ed), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc., 1999

Levy, Robert I. Nutrition, Lipids & Coronary heart disease; Raven Press, N.Y , 1979

Michael Lipton· Regional Trade & Food Security in Southern Africa, Chapter 3 in Carolie Bryant, Poverty, Policy and Food Security in Southern Africa, Lynn Riennen Publishers, 1988. p 93 – 121.

A.w. Logue. The Psychology of Eating & Drinking; W.H. Freeman & Co. 1986.

Lookhart, George L.: Cereal Proteins· Composition of their major fractions and methods of identification; in: Lorenz K.I. & Karel Kulp: Handbook of Cereal Science & Technology. Ch. 11 p. 441 – 469, 1991.

Lorenz, K.J. & Karel Kulp: Handbook of Cereal Science & Technology Marcel Dekker Inc., 1991

Klaus J. Lorenz. Rye, in: Lorenz & Kulp, Handbook of Cereal Sci. & Tech., Marcel Dekker, Inc., 1991; Ch.8 p. 331 – 373.

Bernard Lyman: A Psychology of Food. More than a Matter of Taste; An AVI Book Published by Van Nostrand Reinhold Co. 1989.

Mabey, Richard· The New Age Herbalist; A Gaia Original, Collier books; Macmillan Publishing, Co. N.Y. 1988.

MacAvoy, Paul W.: OSHA Safety Regulation: Report of the Presidential Task force, Ford Administration Papers on Regulatory Reform; American Enterprise Institute for Public Policy Research, Washington, D.C., 1977.

Maga, Joseph A.: Cereal-based snack foods; in: Lorenz & Kulp Handbook of Cereal Science & Technology, Marcel Dekker, Inc. 1991. Ch. 20, p. 793 – 814.

Mandeville, S.; Yaylayan, V., Simpson, B . Analysis of flavor-active compounds in cooked commercial waste; J Agric. & Food Chem Vol 40, no 7 pp 1275 – 1279, 1992.

Pericles Markakis, Ed · Anthocyanins as Food Colors, Academic Press 1982.

P Markakis· Stability of anthocyanins in foods, in: P. Markakis, Anthocyanins as food colors; Ch.6 pp. 163 – 181, 1982. Academic Press, 1982.

P. Markakis· Anthocyanins as food additives; in: P. Markakis: Anthocyanins as food colors, Ch.9 pp. 245 – 254, 1982. Academic Press, 1982

C.N. Martym· An epidemiological approach to Aluminium & Alxheimer disease, in Massey & Taylor p. 37 – 39, Aluminium in Food and the Environment, Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry, Special Publication no 73, 17th May 1988, 1989.

Stephen F. Mason: Chemical Evolution; Origin of the Elements, Molecules & Living Systems, Clamendon Press, Oxford 1992.

R. Massey & D. Taylor Eds.· Aluminium in Food and The Environment, Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry, Special Publication, No 73, 17th May 1988 – 1989.

Mattern, Paul J.: Wheat; in: Lorenz, K.J. & Karel Kulp, Handbook of Cereal Science & Technology Marcel Dekker, Inc. 1991. P 1 – 55, Chapter 7.

McGee, Harold: On Food and Cooking, The Science and Lore of the Kitchen; Charles Scribner's Sons, N.Y. 1984.

McGraw Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, Sybil P Parker McGraw Hill Book Co. 3rd ed. 1984.

McGraw Hill Encyclopedia of Science and Technology 5th ed.

M.R. Mclellan, G.J. Morris, B.W.W. Grout and K. Hughes: Light Microscopy of Foodstuffs during Freezing & Thawing; in: W.B. Bald: Food Freezing: Today & Tomorrow Springer-Verlag; 1991. P. 171 – 186.

Michael S. McMullen: Oats; in: Lorenz & Kulp. Handbook of Cereal Sci. & Tech ; Marcel Dekker. Inc. 1991. Chap. 4 pp. 199 – 233

Mehaia, M.A.: Soft cheeses from dromedary camel's milk. Presented in the Workshop on Camels and Dromedaries as Dairy Animals, Naukchott, Mauritania, 24-26 Oct., 1994.

Edwin A. Menninger: Edible Nuts of the World; Horticultural Books, Inc. 1977.

The MERCK INDEX: SUSAN Budavari, Editor; Merck & Co. Inc. Rahway, N.J. 1989

Mestel, Rosie: Chewing over fat. (galanin and the craving for fat); New Scientist v. 138 supp. P.15 April 17, 1993.

J.P. MILLER: The Use of Liquid Nitrogen in Food Freezing; in: W.B. Bald: Food Freezing: Today & Tomorrow Springer-Verlag 1991. p. 157 – 170.

Morrison, W.R.: Fatty acid composition of milk phospholipids. III. Camel, ass and pig milk. Lipids, 3 (2): 107-110, 1968a.

Morrison, W.R.: The distribution of phospholipids in some mammalian milks. Lipids, 3 (1): 101-103, 1968b.

D.A.A Mossel, H. Van Der Zee, Janet E.L. & P. Van Netten: Microbiological Quality Control; in Herschdoerfer: Quality Control in the Food Industry, V.I, Ch. 4, p 79 – 163, 1984.

Moustafa, Ayyat Mohamed: Chemical & Technological Studies on Sesame Seed (*Sesamum indicum*); M.Sc. Thesis, in Food Science & Technology Faculty of Agriculture, University of Alexandria, May 1980

Alejandra M. Munoz, Gail Vance Civille and B. Thomas Carr: Sensory Evaluation in Quality Control; Van Nostrand Reinhold, 1992.

R.H. Murray: National and International Standards, in: Herschdoerfer: Quality Control in the Food Industry, V.I, Ch. 7, p. 351 – 414, 1984.

Ockerman, Herbert W.: Source Book for Food Scientists; The AVI Publishing Co 1978.

Oelke, Ervin & James J. Boedicker: Wild Rice: Processing & Utilization; in: Handbook of Cereal Science & Technology, 1991, p. 401 – 441, Ch. 10.

Oh, K.S., Moon, S.K. & Lee, E.H.: Comparison of lipid components & amino acid composition of sea eel, by size, Bull. Inst Fish Sci. Natl. Tong-Yeong- Fish Coll. 1989 vol. 1 pp 79 – 83 also in Korean J Food Sci Technol. V. *21(2)* p 192 – 196 (1989).

Ohris, S.P and Joshi, B K.· Composition of camel milk. Indian Vet. J., 38 (a) 514-516, 1961.

Yoshinobu Osawa. Copigmentation of Anthocyanins; in: P. Markakis; Anthoyanins as Food Colors Ch. 2, pp. 41 – 68, Academic Press 1982.

Osman, Hussein O A.: Quartermaster Food & Container Institute for the Armed Forces, Preparation of Dehydrated Sausages. Reports 1 – 7, 1960.

Hussein Osman· Food Technology in Egypt in chapter 17 pp. 155 – 194, in Food Technology the World Over; Eds. M S. Peterson & D.K Tressler; The AVI Publishing Co., Inc., 1965.

Osman, Hussein, Moharram, Yehia G., Bakr, M. Ramadan: Lipid Protein Vegetable Sources Revised: by A.A. Abdel-Barry; Faculty of Agriculture; University of Alexandria. 1985, 300 p. Shatby, Alexandria, Egypt.

Otwell, W.S.; Iyengar, R., McEvily, A.J.: Inhibition of shrimp melanosis by 4 hexyl resorcinol, J. Aqual. Food-Prod. Technol. 1992, Vol.1, pp. 53 – 68.

The New Oxford Book of Food Plants, by; J,G, Vaughan and C. Geissler Illustrated by B.E Nicholsen, Elisabeth Dowle and Elizabeth Rice; Oxford University Press, 1997.

Diane P. Packard & Margaret McWilliams· Cultural Foods Heritage of Middle Eastern Immigrants. Nutrition Today, May/June 1993 p. 6 – 12.

Parker, Sybil P.: McGraw-Hill Concise Encyclopedia of Science & Technology 12th Ed. 1989.

Roland B. Pegg and Freidoon Shahidi; Encapsulation and Controlled Release in Food Preservation, Ch. 21, in, M. Shafiur Rahman (ed.), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc., 1999.

The Penguin Dictionary of Biology, by M. Thaw & M. Hickman.

Peranginangin; R.; Suparno; Mulyanah, I.: Quality of cultured tiger prawn (*Penaeus monodon*) & deterioration during storage: Review; 8. Sess. Of the Indo Pacific Fishery Technology & Marketing, Yogjakarta, Indonesia 24 – 27 Sep. 1991 FAO 199 no 470 Suppl. pp. 17 – 23.

Anne Perera and Titus De Silva, Hazard and Critical Control Point (HACCP), Ch. 24, in, M. Shafiur Rahman (ed.), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc., 1999.

Pyler, Richhard E. and David A. Thomas: Malted cereals: Production and use in: Lorenz & Kulp; Handbook of cereal science & technology. Marcel Dekker, Inc. 1991. Ch.21 p. 815 – 832.

Quaglia-GB, Gravina-R; Paperi-R, Paoletti-F.: Effect of high pressure treatments on peroxidase activity, ascorbic acid content & texture in green peas; Lebensmittle-Wissen-schaft and Technologie, 29(5/6) 552 – 555, 1996.

M. Shafiur Rahman (ed.), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc., 1999.

M Shafiur Rahman, Preserving Foods with Electricity. Ohmic Heating, Ch. 18, in, M Shafiur Rahman (ed), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc., 1999

M Shafiur Rahman, Light and Sound in Food Preservation, Ch 22, in, M Shafiur Rahman (ed.), Handbook of Food Preservation, Marcel Dekker, Inc., 1999.

M W. Ramesh, Food Preservation by Heat Treatment, Ch 5, in, M Shafiur Rahman (ed.), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc., 1999

Ranhotra, Gun S. Nutritional quality of cereals & cereal-based foods; in: Lorenz & Kulp, Handbook of Cereal Sci. & Tech., Marcel Dekker, inc., 1991. Ch. 23 p. 845 – 862.

Ranum, Peter: Cereal enrichment; In. Lorenz & Kulp, Handbook of Cereal Science & Technology, Marcel Dekker, Inc. 1991. Ch.22 p. 833 – 844.

Rao, M.B.; Gupta, R.C. and Dastur, N.N.. Camel's milk and milk products. Indian J Dairy Sci., 23: 71-78, 1970.

Rashid, H.O.; Ito, H.; Ishigaki, I.: Distribution of pathogenic vibrios & other bacteria in imported frozen shrimps & their decontamination by gamma radiation; World J Microbiol. Biotechnol. 1992. Vol.8, no pp. 494 – 499.

Rasper, Vladimir F.: Quality evaluation of cereals & cereal products, in: Lorenz & Kulp, Handbook of Cereal Science & Technology, Marcel Dekker, Inc. 1991 Ch.15 p. 595 – 638.

Ratlagool, P.; Ito, H.: Combination effects of irradiation, packaging & N_2 gas for sheld-life extension of shrimp, 8. Session of the Indo Pacific Fishery Commission Working Party on Fish Technology & Marketing – Yogjakarta Indonesia 24 – 27 Sep. 1991. FAO 1992 no. 470 Suppl. pp. 61 – 67.

Rawdah, T.N., El-Faer, M.Z. and Koreish, S.A.: Fatty acid composition of meat and fat of the one-humped camel (*Camelus dromedarius*); Meat Science; 37 (1) 149-155, 1994.

N.R. Reddy, S.K. Sathe & D.K. Salunkhe: Phytates; in: Salunkhe & Kadam. CRC Handbook of World Food Legumes, CRC, 1989. V.1. p. 163 – 187.

N.R. Reddy, S.K. Sathe & D.K. Salunkhe: Carbohydrates – Flatulence Problem, in Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of World Food Legumes, CRC, 1989. V.1. p. 64 – 69.

N.R. Reddy & D.K. Salunkhe: Fermentation, in: Salunkhe & Kadam: CRC Handbook of World Food Legumes, CRC, 1989 V.3. p. 177 – 217.

Pascal Ribereau-Gayon: The Anthocyanins of grapes & wines; in: P. Markakis, Anthocyanins as food colors, Ch.8 pp. 209 – 244, Academic Press, 1982.

Rinzler, Carol Ann: The Complete Book of Herbs, Spices and Condiments; Carol Ann Rinzler, N.Y. Facts of life, 1990.

J.P.W. Rivers: The nutritional Biology of Famine; Chapter 2 p. 57 – 106 in G.A. Harrison, Famine, Oxford, Science Publications, 1988..

Rodale's Illustrated Encyclopedia of Herbs: See Kowalchick, Glaire & William H Hylton, Eds. Emmaus, Pa. Rodale's Press, 1987.

G.W. Rodger & R.E. Angold: The effect of freezing on some properties of Quorn Myco-Protein; in: W.B. Bald; Food Freezing: Today & Tomorrow, Springer-Verlag 1991 p. 87 – 96.

Rodrignez, V.G; Fedor, A.B.; Contreres, P.R, Flores, G.R , Navarro, G G , Ezquerra, A.; Perez, C.L.: Technological definition for the processing of protein hydrolysate from shrimp by catch from Cuban platform, 2nd Experts Consultation on Fisheries Products Technology in Latin American, Montevideo 11 – 15 Dec. 1989. FAO – Rome – Italy no. 441 suppl pp 43 – 50

Romans, J.R., Costello, W.J., Carlson; C. Wendel, Greasen, M.L. & Jones, K.W.: The Meat We Eat, Interscience Publishers Inc. 1994.

Lloyd W. Rooney & Sergio O. Serna-Saldivar: Sorghum; in: Lorenz & Kulp, Handbook of Cereal Sci. & Tech., Marcel Bekker, Inc. 1991. Ch 5 pp 233 – 271

Mamdivamba Rukuni & Carl k. Eicher: in: Coralie Bryant. Poverty, Policy and Food Security in Southern Africa. Chapter 5 p. 133 – 157, Lynne Rienner Publishers, 1988.

Stanley Sacharow: The Package as a Marketing Tool; Chilton Book Co. 1982.

Frank B Salisbury & Cleon Ross: Plant Physiology; Wadsworth Publishing Co , Inc 1969.

D.K. Salunkhe & S.S. Kadam, Ed.: C.R.C. Handbook of Wold Food Legumes Nutritional Chemistry, Processing Technology, and Utilization; C.R.C. Boca Raton, Florida, 3 volumes 1989.

D.K. Salunkhe & S.S. Kadam: Introduction; in: Salunkhe & Kadam: C.R.C. Handbook of World Food Legumes, 1989. V.1 p. 1 – 4.

D.K. Salunkhe, V. Iyer & S.S. Deshpande: Other Processing Methods; in: Salunkhe & Kadam: C.R.C. Handbook of World Food Legumes, 1989. V.3 p. 237 – 247.

D.K. Salunkhe, N.R. Reddy & S.S. Kadam: Lima Bean; in: Salunkhe & Kadam: C.R.C. Handbook of World Food Legumes, 1989. V.2, p. 153 – 162.

D K. Salunkhe, S.K. Sathe & S.S. Deshpande: French Bean; in: Salunkhe & Kadam C.R.C. Handbook of World Food Legumes, 1989. V.2, p. 23 – 63

Santoso, Assik, A.N., Suhaetty, E.: Effect of chilled water storage on indole production & water content in brackish water shrimps; 8. Sess. Of the Indo-Pacific Fishery Commission Working Party on Fish Technology & Marketing, Yogjakarta (Indonesia) 24 – 27 Sep. 1991. FAO 1992 no. 470 Suppl. pp. 68 – 71.

S.K. Sathe, P.A. Rangenekar & D.K. Salunkhe: Processing Into Protein Concentrates & Isolates, in: Salunkhe & Kadam: C.R.C. Handbook of World Food Legumes, 1989. V.3 p. 273 – 236.

S.K. Sathe & D.K. Salunkhe: Technology of Removal of Unwanted Components of Dry Legumes; in: Salunkhe & Kadam: C.R.C. Handbook of World Food Legumes, 1989. V.3 p. 249 – 270.

Schwertfeger, M. & Buchheim, W.: Application of ultra high pressure technology in food processing, New Food, 1999.

Sergio O. Serna-Saldivar, Cassandra M.: McDonough and Lloyd W. Rooney; The Millets; in: Lorenz & Kulp, Handbook of Cereal Sci. & Tech., 1991. Ch.6 pp 271 – 301.

H. Severus: The Use of Aluminium-Especially as Packaging Material – in the Food Industry, in: Massey & Taylor p. 88 – 101; Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry. Special Publication no. 73, 17th May 1988, 1989

Sharmanov, T.Sh.; Kadyrova, R.Kh.; Shlygina, O.E. and Zhaksylykova, R.D.: Changes in the indicators of radioactive isotope studies of liver of patients with chronic hepatitis during treatment with whole camel's and mares' milk. Voprosy Pifaniya, 1: 9-13, 1978.

Sharp, Roy N.: Rice: production, processing and utilization; in: Lorenz & Kulp; Handbook of Cereal Science & Technology, Marcel Dekker, Inc. 1991 Ch 7 pp. 301 – 330.

Shekib, L.A.E. & Abo-Bakr, T.M.: Effect of soaking on cooking quality, phosphorus & phytate retention in wheat (*Tritium vulgare*); Alex. J. Agric. Res. 32(2): 213 – 224, 1987.

J.C. Sherlock: Aluminium in Foods & the Diet; in: Masey & Taylor p. 68 – 76, Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry. Special Publication no. 73, 17th May 1988, 1989.

K L. Simpson, T.C. Lee, D.B. Rodriguez & C.O. Chichester: Metabolism in Senescent & Stored Tissues; Chapter 17 p. 780 – 842 in T.W. Goodwin: Chemistry & Biochemistry of Plant Pigments, Academic Press, 1976.

Singleton, Paul & Diana Sainsbury: Dictionary of Microbiology & Molecular Biology 2nd Ed. John Wiley & Sons 1987.

Eddy J. Smid and Leon G.M. Gorrs, Natural Antimicrobials for Food Preservation, Ch. 9, in, M. Shafiur Rahman (ed.): Handbook of Food Presercvation, Marcel Dekker, Inc., 1999.

Smith, Robert Stewart: The Occupational Safety & Health Act; Its Goals & Its Achievements; American Enterprise Institute for Public Policy Research, Washington D.C. 1976.

Stedman's Medical Dictionary: Williams & Williams 1982.

E.H. Steiner: Statistical Methods in Quality Control; in: Herschdoerfer: Quality Control in the Food Industry; Ch.5 V.I p. 169 – 298, Academic Press 1976.

J. Stenesh: Dictionary of Biochemistry; John Wiley & Sons 1975.

Günthen Sterba: Fresh Water Fishes of the World; Vista Books, London 1963.

W.K. Stewart: Aluminium toxicity in individuals with chronic send disease, in: Massey & Taylor, Proceedings of a Symposium of the Royal Society of Chemistry. Special Publication no. 73, 17th May 1988, 1989.

Stryer, Lubert: Biochemistry, 3rd ed. W.H. Freeman & Co. 1988.

Stobart, Tom: The Cook's Encyclopedia; Harper & Raw Publishers 1981.

Herbert Stone & Joel L. Sidel: Sensory Evaluation Practices; Academic Press, Inc. 1985.

Suggii, R., Watanabe, T. & Kinumeki, T.: Fatty nutrients of cultured eel, Bull: Tokai Reg. Fish. Res. Lab.; Tokaisuikenho. 1988 no. 126 pp. 37 – 48.

Sunarya Daryanti, S.: Correlation of organoleptic to carotenoid content & colour of cultured shrimp (*Penaeus monedon*); 8. Sess. Of the Indo-Pacific Fishery Commission Working Party on Fish Technology & Marketing, Yogjakarta, Indonesia 24 – 27 Sep. 1991. FAO 1992 no. 470 Suppl. pp. 88 – 92

Mark Q Sutton. Insects as food: Aboriginal entomophagy in the Great Basin, Ballena Press Anthropological papers no. 33 Ed T.C. Blackburn, Ballena Press Publishers Services 1988.

T. Swain: Nature & Properties of Flavonoids p. 425 – 464 chapter 8 in T.W. Goodwin: Chemistry & Biochemistry of Plant Pigments, Academic Press 1976.

C.F. Timberlake & P. Bridle: Distribution of Anthocyanins in Food Plants; in P Markakis; Anthocyanins as Food Colors, Academic Press, 1982.

Tonello, Carole: Applications des hautes pressions en agroalimentaire; Reglement (EF) no 258/57. Journal Officiel, L 43 du 14.2, 1997.

Tonello, Carole: Hautes Pressions, Mecanismes D'Actions et Utilisations Dans L'industrie Agroalimentaires; Rev. Gen. Froid No 972/Avril 1997/41.

Maguelonme Toussaint-Samat: A History of Food. Blackwell 1992 (Translated from French which was published in 1987).

Tribelhorm, Ronald E.: Breakfast Cereals in: Lorenz & Kulp: Handbook of Cereal Science & Technology, Marcel Dekker, Inc. 1991.

John A. Troller and J.H.B. Christian: Water: Activity and Food. Academic Press 1978.

Tver, David F. & Percy Russell: The Nutrition and Health Encyclopedia; Van Nostrand Reinhold Co. 1981.

Alberto Valdes, ed.: Food Security for Developing Countries, Westvew Press, 1981

Van Nostrand's: Scientific Encyclopedia (7th ed.) 1989, Ed. Douglus M. Considine & Glenn D. Considine.

Hamberto Vega-Mercado, M. Marcela Cóngora-Nieto, Gustavo V. Barbosa-Cánovas and Barry G. Swanson; Nonthermal Preservation of Liquid Foods Using Pulsed Electric Fields, Ch. 17, in in, M. Shafiur Rahman (ed.), Handbook of Food Preservation; Marcel Dekker, Inc, 1999.

Viete, C.; Bello, R.A.: Evaluation of fish spoilage produced microbially as a protein supplement in ruminant diets. 2nd Experts – consultation on Fisheries Products Technology in Latin America 11 – 15 Dec. 1989 (Montevideo). FAO – Rome – Italy 1992 no 441, Suppl. pp. 99 – 106.

Voet, Donald & Judith G. Voet: Biochemistry. John Wiley & Sons 1990.

Walkenstrom P., Hermansson A.M.: High-pressure treated mixed gels of gelatin & whey proteins; Food Hydrocolloids; 11(2) 195 – 208, 1997.

Walker, M.B.: Chambers Science and Technology Dictionary; Chambers/Cambridge 1988.

Regiland H Walter: The Chemistry & Technology of Pectin; Academic Press, Inc. 1991.

B.M Watts, G.L. Ylimaki, L.E. Jeffery & L.G. Elias: Basic Sensory Methods for Food Evaluation. International Development Research Centre 1989

Webster's *Third New International Dictionary.*

Klaus Weinges& Franz W. Nader: Proanthocyanidins in P. Markakis; Anthocyanins as Food Colors; ch.4 pp. 93 – 125, Academic Press, 1982

Alwyne Wheeler: Fishes of the World. Macmillen Publishing Co., Inc. 1970.

E.M.A Willhoft: Continuous Monitoring of Cryogen Consumption during Freezing Foodstuffs in N.B Bald: Food Freezing. Today & Tomorrow Spriger-Verlag 1991 P. 187 – 200

Williams, Roger J. & Edwin M. Lansford· In The Encyclopedia of Biochemistry Reinhold Publishing Corporation 1967.

A.J. Wilson: Microbiological Methods for Examining Frozen Foods in W.B. Bald Food Freezing: Today & Tomorrow: Springer Verlag: 1991. P. 97 – 112

Ruth Winter: Consumer's Dictionary of "Food Additives". Crown Trade Paperbacks, 1944, 425 pp.

E Wong Biosynthesis of Flavonoids, pp. 464 – 526 chapter 9 in T.W. Goodwin: Chemistry & Biochemistry of Plant Pigments, Academic Press, 1976.

World Bank· Poverty & Hunger: Issues & Options for Food Security in Developing Countries; Washington. World Bank, 1986.

Gordon Wrigley: Coffee, Longman Scientific & Technical, 1988 (Part of Tropical Agriculture Series).

Kenneth R. Wye. The Evcyclopedia of Shells. Facts on Life, Quatro Publishhing 1991

Yagil, R. and Etzion, Z.: The effect of drought conditions on the quality of camel's milk. J. Dairy Res., 47: 159-166, 1980.

Youssef, M.M., Hamza, M.A., Abd El-Aal, M.H., Shekib, L.A. & El-Banna, A.A.: Amino Acid Composition and In vitro Digestibility of some Egyptian Foods made from Faba Bean. (*Vicia Faba L.*); Food Chemistry 22, 225 – 233, 1986.

M.M. Youssef, H. Abd El-Aal, M.A.Hamza, & A.A. El-Banna: Chemical Composition of some Egyptian Foods made from Faba Bean. (*Vicia Faba L.*), Die Nahrung 31 2, 185 – 187, 1987.

M.M. Youssef: Instantization & Evaluation of some Traditional Egyptian Foods; Food Chemistry 38, 247 – 254, 1990.

A.J. Zaug & T.R. Cech.: The intervening sequence RNA of Tetrahymena is an enzyme; Science 231: 431 – 475 1986. C.F. Stryer p. 214 & 230, 1980.

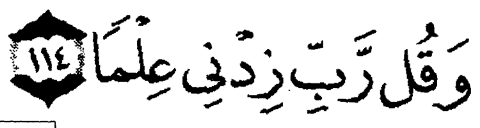
Zeffsen, Eugene & Philip Hall: The study of Enzyme Mechanisms, John Wiley & Sons 1973.

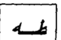
Suzanne Zipperer: Food Security, Agricultural Policy and Hunger. ZIMFEP, 54 Central Ave. Morare, Zimbabwe. 1987.

تصحيحات

صفحة	السطر	الخطأ	الصواب
ك ٣٩	١٦	camphore	camphora
ك ١٩٨	٣	carotene	canaphor
ك ٢١١	٣	المضيفات	المضافات
ل ٢٦٣	٥	floceulation	leucine







صدق الله العظيم




دار الجامعيين
لطباعة الأوفست و التجليد
تليفون : ٤٨٦٢٠٠٤